

UNIVERZITA KARLOVA

Přírodovědecká fakulta



Habilitační práce

**VYBRANÉ ASPEKTY ZAVÁDĚNÍ ŠKOLNÍCH MĚŘICÍCH
SYSTÉMŮ DO VÝUKY PŘÍRODOVĚDNÝCH PŘEDMĚTŮ
SE ZAMĚŘENÍM NA CHEMII**

RNDr. Petr ŠMEJKAL, Ph.D.

Obor: Didaktika chemie

Praha 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem habilitační práci zpracoval samostatně na základě vlastních zjištění a za pomoci uvedené literatury.

V Praze dne 15. 5. 2019

.....

podpis

Obsah

Abstrakt.....	3
Klíčová slova	3
Abstract.....	4
Keywords	4
Úvod.....	5
Teoretická část	7
Přírodovědný experiment ve výuce přírodních věd	8
Počítačem podporovaný experiment – školní měřicí systémy.....	11
Instrumentální technika a senzory ve školství, senzory a školní měřicí systémy (MBL, Probeware).....	15
Terminologie používaná v této práci	15
Školní měřicí systémy.....	17
Výzkumy zaměřené na využití školního měřicího systému ve výuce	34
Motivace a motivační orientace	36
Badatelsky orientovaná výuka	43
Projekt COMBLAB	48
Cíle práce	50
Použité metody	51
Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků v laboratorním cvičení	51
Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn	53
Sledování názorů a postojů učitelů	58
Použité přístroje a vybavení a příslušná instrumentální technika.....	58
Výsledky a diskuse	64
Tvorba a koncepce úloh.....	64
Koncepce a principy badatelsky orientovaných aktivit	65

Ověřování úloh a analýza postojů a přístupů žáků při práci se školními měřicími systémy	78
Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy	78
Kvalitativní hodnocení názorů a postojů žáků při práci se školními měřicími systémy.....	80
Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na chemii	84
Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na biologii.....	96
Postoje žáků při práci se školními měřicími systémy – vliv četnosti využívání systému, vliv použitého systému a vliv použitého software.....	108
Ověřování a evaluace aktivit a postoje a názory žáků při práci se školními měřicími systémy v ČR a na Slovensku.....	115
Hodnocení aktivit a práce se školními měřicími systémy – postoje a názory učitelů	129
Závěr	144
Literatura.....	147
Seznam zkratk	160
Přílohy.....	163
Příloha 1: Dotazníky využité pro realizaci šetření	163
Příloha 2: Hodnocené aktivity	164

Abstrakt

Ve výuce nejen přírodovědných předmětů má nezastupitelnou roli přímá zkušenost žáka s vyučovaným jevem či tématem, v přírodních vědách je tato zkušenost často zprostředkována prostřednictvím experimentu. Moderním způsobem experimentování ve školní laboratoři je využití školních měřicích systémů (ŠMS, v zahraniční literatuře také MBL – Microcomputer based laboratory či Probeware). V tomto druhu experimentu je sledována změna nějaké fyzikální veličiny prostřednictvím vhodného senzoru nebo instrumentu, přičemž naměřená data jsou sbírána, zaznamenávána, zpracovávána a vizualizována prostřednictvím počítače, který zároveň slouží k ovládání a nastavování měření. Výhody takového experimentu při využití ve vzdělávání byly potvrzeny řadou studií. Implementaci školních měřicích systémů do výuky v ČR ale brání řada faktorů, za mnohé lze jmenovat například nedostatek metodických a výukových materiálů pro výuku se školními měřicími systémy. Řada otázek souvisejících s implementací ŠMS do výuky zůstává stále nezodpovězena. Je například otázkou, jak obecně přistupují žáci a učitelé k implementaci školních měřicích systémů do výuky, jak je akceptují žáci a jak učitelé a zda je tato akceptace diferenciována či ne. Otázkou také je, jaké faktory jsou hlavními překážkami v implementaci školních měřicích systémů na středních školách v ČR. V daném ohledu se tato práce snaží přispět k řešení uvedené problematiky. Jejím cílem je tak vývoj a tvorba výzkumem podložených výukových materiálů pro práci se školními měřicími systémy, mj. také s využitím principů badatelsky orientované výuky, a hledání postojů a názorů žáků a učitelů na implementaci ŠMS do výuky. Dále pak se práce zaměřuje na identifikaci některých faktorů, které tuto implementaci ovlivňují. V rámci práce tak byla připravena a ověřena sada nových aktivit. Žáci i učitelé participující na příslušných výzkumných šetřeních hodnotili připravené aktivity velmi pozitivně a vesměs je považovali za vhodné pro implementaci do výuky na SŠ. Učitelé i žáci také velmi pozitivně hodnotili funkce, výhody a možnosti práce se školními měřicími systémy, která se ukázala být pro obě skupiny motivující a zajímavá. Učitelé i žáci vesměs také pozitivně vnímají a podporují implementaci ŠMS do výuky na SŠ v ČR. Ukazuje se ale, že pro bezproblémové zavedení do výuky a efektivní využití všech výhod, které ŠMS přináší, je velmi žádoucí podpora učitelů, zejména po technické a metodické stránce. V tomto ohledu je navržena realizace systematické přípravy učitelů v rámci jejich profesní přípravy na vysokých školách, popř. v rámci jejich dalšího vzdělávání v kurzech dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků.

Klíčová slova

Školní měřicí systémy; ŠMS; MBL; Microcomputer Based Laboratory; Počítačem podporovaný experiment; Badatelsky orientovaná výuka; BOV; Motivace; Motivační orientace; Postoje a názory žáků a učitelů; Vzdělávání v chemii; Vzdělávání v přírodních vědách.

Abstract

Experiment is very important part of education process in science branches, especially in chemistry and physics. Microcomputer based laboratory (MBL), also called Probeware, is a contemporary approach to scientific experiment implementation into the science education. Such experiment is based on collection, storing, processing and visualization of recorded datasets, using a system composed of a sensor or an instrument connected to computer or datalogger. Recent research recognized many advantages of MBL approach. However, utilization of the MBL approach in Czech school laboratories is inhibited by several factors, especially necessary expenses as well as lack of appropriate teaching materials such as worksheets, laboratory exercises and methodical support. Also other problems related to implementation of MBL into school practice remain still unaddressed. For example, it is a question whether students and teachers support implementation of the MBL technology into secondary school laboratories. It was not also known whether they are motivated to use them and whether they are able to recognize their possibilities and educational potential. Another question is what are their opinions and attitudes toward the utilization of MBL systems? Knowing answers will be very important for identification of factors influencing implementation of MBL into science education. With respect to that, this thesis is focused on development of new research based IBSE oriented activities for MBL and their evaluation with respect to their suitability for implementation into secondary school laboratories. As a result, set of complex IBSE activities for MBL has been developed and evaluated. The evaluation through series of surveys showed that the activities are well designed and that both students and teachers provided overall positive feedback. Another goal of the thesis was to investigate the attitudes of students and teachers toward implementation of MBL into secondary school laboratory and identification of factors influencing the MBL implementation. This research showed that both these groups appreciated our approach toward implementation of MBL and considered the approach to be motivating and beneficial. We also identified potential obstacles that can hinder effective implementation of MBL in secondary school education. The main problem was the teacher's initial fear of failure or inability to explain the methodical details. But all these problems can be eliminated via teacher personal experience with the MBL mediated through the workshops and professional development courses. In case of pre-service teachers, this can be addressed by implementation of MBL into their curricula.

Keywords

Probeware; MBL; Microcomputer Based Laboratory; Computer assisted experiment; Inquiry based science education; IBSE; Motivation; Motivational orientations; Attitudes and opinions of students and teachers; Chemistry education; Science education.

Úvod

Ve výuce nejen přírodovědných předmětů má nezastupitelnou roli přímá zkušenost žáka s vyučovaným jevem či tématem. Ta je často zprostředkována formou školního experimentu. Role školního experimentu mnohdy nespočívá jen v demonstraci daného jevu, ale žák díky němu získává i nezbytné schopnosti, dovednosti a postoje, jinými slovy kompetence, které jsou nezbytné pro jeho další celkový osobnostní rozvoj a budoucí uplatnění. Experiment má i nezbytnou motivační roli, která je důležitým prvkem v budování postojů žáka a jeho pohledu na daný obor tak, aby odpovídal co nejvíce realitě a byl co nejméně zkreslován např. mediální masáží různých zájmových skupin. Přírodovědný experiment může mít řadu podob, které jsou ovlivňovány mnoha faktory, které závisí na cílech a záměrech učitele při realizaci jeho výuky. Bouřlivý rozvoj na poli informačních a komunikačních technologií v posledních několika dekáдах se musel odrazit i v přírodovědném školním experimentu a jednou z forem takového experimentování je tzv. počítačem podporovaný experiment, tedy takový experiment, kde se počítač podílí na sběru, záznamu, zpracování a zobrazování naměřených dat. Jednou z možností realizace takového experimentu je reálné měření různých fyzikálních veličin a studium rozličných jevů s využitím různých čidel (pH, vodivost, teplota, ...) a instrumentace (spektrometr, plynový chromatograf, ...). Využívání podobných experimentů velmi dobře reflektuje realitu využívání instrumentální techniky a rozličných senzorů nejen ve vědě a výzkumu, ale také v komerčním sektoru, v průmyslu a obchodu a nakonec také v běžném každodenním životě. Vzhledem k uvedenému a vzhledem ke skutečnosti, že jedním z cílů vzdělávání je příprava žáků na jejich budoucí život a povolání, je nadmíru žádoucí, když jsou žáci v rámci svého vzdělávání seznámeni i s problematikou počítačem podporovaného experimentu, nejlépe v jeho praktické podobě, a také s využitím senzorů a příslušné instrumentace. Bohužel, tato skutečnost je v realitách Českých škol více snem než realitou, a to i přes jistou politickou a související finanční podporu ze strany Ministerstva školství mládeže a tělovýchovy (MŠMT), popřípadě odpovědných institucí Evropské unie (EU). V minulosti byla jako hlavní záminka pro skutečnost, proč učitelé experimenty s využitím počítače, senzorů a instrumentální techniky ve své školní praxi nevyužívají zmiňován zejména nedostatek finančních prostředků na jejich pořízení. Zmíněná podpora příslušných institucí, ale i jiné faktory, naznačují, že finance v tomto ohledu nejsou jedinou příčinou zatím neuspokojivého stavu v oblasti počítačem podporovaných experimentů, neboť v případě řady škol příslušné experimentální vybavení nechybí, ale není buď využíváno vůbec, nebo je využíváno jen málo, popř. není

využíváno dostatečně efektivně. Je zřejmé, že vybavení samotnou technologií není jedinou podmínkou její úspěšné implementace do výukové praxe. Roli zjevně hrají i další faktory, mezi něž patří např. i motivace žáků a učitelů technologii akceptovat a využívat. Bezpochyby platí, že bez adekvátní podpory kterékoliv z obou skupin bude přínos technologie velmi limitován, zejména s ohledem na vynaložené náklady. Je také nezbytné si uvědomit, že samotná technologie není samo spásná a sama o sobě nemůže většinou přinést kýžený vzdělávací efekt. Její správné využití ale může celý proces zatraktivnit a učinit názornější, praktičtější a efektivnější časově i s ohledem na vzdělávací efekt. Jinými slovy, je třeba znát a využívat principy, které danou výuku učiní efektivní s ohledem na vzdělávací, pedagogické a didaktické cíle. Je tedy nezbytné, aby vyučující měli k dispozici nejen technologii samotnou, ale také kvalitní, optimálně ověřené, výukové a metodické materiály a také metodickou a technickou podporu, kteréžto prostředky mohou takovou výuku významně podpořit. Právě na možnosti zlepšení situace v podpoře experimentální činnosti s využitím počítače na středních školách se zaměřuje i tato práce, která se, s ohledem na řečené, snaží hledat a podporovat cesty implementace výuky s využitím počítače ve spojení s instrumentální technikou a vybavením a dále identifikovat a diskutovat alespoň některé faktory, které mohou takovou implementaci podporovat nebo naopak komplikovat.

Teoretická část

Problematika počítačem podporovaného experimentu ve školní praxi je samozřejmě velmi široká a zahrnuje řadu různých přístupů, jak je patrné z definice počítačem podporovaného experimentu: „... využití počítače ke snímání, uchovávání a zpracování měnících se hodnot fyzikálních a chemických veličin a jako řídicího média při automatizaci experimentální činnosti (Bílek, 1997, 2015). Z uvedené definice je patrné, že experiment jako takový nemusí být reálný, velmi populární jsou i virtuální experimenty, jejichž podkladem je obvykle počítačová simulace, případně databáze vzájemně proměnných na sobě závislých hodnot, které pomocí počítačového algoritmu generují výsledky experimentu (Bílek & Turčáni, 2006; Royal Society of Chemistry, 2019; Yaron, Raysor, & others, 2019), z jistého pohledu lze mezi takové experimenty zařadit i takové, kdy zpracováváme data získaná např. zpracováním videozáznamu (Ellermeijer, Landheer, & Molenaar, 1996; Heck, Ellermeijer, & Kędzierska, 2009). Tato práce se nicméně zabývá pouze skupinou takových experimentů, v nichž jsou prostřednictvím počítače snímána, uchovávána a zpracovávána data z reálně provedeného experimentu se skutečnými chemickými látkami a vybavením a s využitím příslušných laboratorních postupů. Takovéto experimenty lze ještě rozdělit na experimenty realizované ve vzdálených laboratořích, kdy laboratoř určená k realizaci experimentu je umístěna mimo prostor, kde se nachází realizátor experimentu (Bílek & Turčáni, 2006; Lustig, 2009, 2018; F. Schauer, Ožvoldová, & Lustig, 2008; František Schauer, Lustig, Dvořák, & Ožvoldová, 2008), a pokusy prováděné přímo experimentátorem na shodném místě, kde se nachází laboratoř. Zatímco v prvním případě je ovlivnění pokusu experimentátorem omezené a je víceméně dáno možnostmi nastavenými tím, kdo experiment připravil, v případě druhém je možné do experimentu, jeho nastavení a jeho modifikací manuálně zasahovat i experimentátorem kdykoliv v rámci realizovaného experimentu. Druhý přístup při využití ve vzdělávání tedy umožňuje vyšší autonomii žáka při realizaci experimentu a samozřejmě i širší rozvoj různých kompetencí žáka díky možnosti jeho hlubšího zapojení do plánování a realizace experimentu. Na druhé straně, z pohledu učitele je tento přístup náročnější na přípravu a organizaci. Tato práce se v tomto ohledu zabývá pouze druhým přístupem k reálnému experimentování s podporou počítače, tedy víceméně spojením počítače s vhodnou instrumentální technikou a senzory, kdy celý systém je ovládán přímo experimentátorem přítomným na stejném místě, na němž je realizován samotný experiment.

Přírodovědný experiment ve výuce přírodních věd

V životě, a nejen v životě člověka, je experiment základním prostředkem získání zkušenosti. Všichni lidé neustále zkoumají svět kolem nich, aby zjistili a pochopili vlastnosti a chování prostředí kolem nich. Protože možných experimentů a forem zkoumání je opravdu velké množství, není reálné v rámci života jedince do detailů prozkoumat veškeré prostředí kolem něj a v přístupném okolí. Pro rozvoj společnosti je tedy velmi žádoucí výsledky experimentů zobecňovat a nabytou zkušenost předávat. To se děje mnoha způsoby, přičemž ty nejobecnější poznatky a zkušenosti jsou předávány právě v rámci primárního a sekundárního vzdělávání. Ve vědě a výzkumu také experiment a pozorování slouží jako základní důkaz pro potvrzení hypotéz a zjištění výzkumníků a svým způsobem jako prostředek jejich vzájemné komunikace. Výuka přírodních věd by se formálně bez experimentu samozřejmě obešla, a to ve chvíli, kdy bychom pouze chtěli pasivně předávat poznatky a zkušenosti, které získaly generace před námi a rezignovali bychom na další benefity, které laboratorní činnost ve výuce přináší. Na druhé straně, praktická činnost a získávání přímé zkušenosti se nevyhýbá snad žádnému předmětu a ani těm humanitním. Proto se v tělesné výchově chodí do tělocvičny a na hřiště, v českém jazyce čtou knihy a píší slohy a diktáty, v hudební výchově zpívají písně a v matematice počítají příklady. Bylo by absurdní, pokud by se v rámci výuky přírodních věd dělo něco jiného a jakékoliv diskuse na toto téma bez naznačeného kontextu jsou bouří ve sklenici vody. Je zřejmé, že výuka přírodních věd zahrnující praktickou činnost je nákladnější a organizačně a technicky náročnější než psaní slohů nebo počítání příkladů. Ale z pohledu modelu výuky, který je v rozvinutých zemích realizován, jde o činnost nezbytnou, a chce-li naše společnost být úspěšná a vychovávat dostatek přírodovědně a technicky zaměřených odborníků pro pracovní trh a/popř. osobností schopných kritického myšlení a úsudku, musí tuto investici podstoupit. Společnost i instituce v Evropské Unii (EU) a potažmo v České republice (ČR) jsou si této skutečnosti vědomy a potřeba zahrnout experimentální činnost do výuky je zakotvena i v závazných kurikulárních dokumentech. Např. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia (RVP-G), tedy závazný kurikulární dokument pro všeobecná gymnázia a všeobecně zaměřené střední školy, jasně říká: „*Přírodovědné disciplíny jsou si velmi blízké i v metodách a prostředcích, které uplatňují ve své výzkumné činnosti. Používají totiž vždy souběžně empirické prostředky (tj. soustavné a objektivní pozorování, měření a experimenty) a prostředky teoretické (pojmy, hypotézy, modely a teorie). Každá z těchto složek je přitom v procesu výzkumu nezastupitelná, vzájemně se ovlivňují a podporují. Žáci mají mít proto co nejvíce příležitostí postupně si osvojovat vybrané empirické i teoretické metody přírodovědného výzkumu,*

aktivně je spolu s přírodovědnými poznatky ve výuce využívat, uvědomovat si důležitost obou pro přírodovědné poznání, předně pak pro jeho objektivitu a pravdivost i pro řešení problémů, se kterými se člověk při zkoumání přírody setkává. Přírodovědný výzkum má i své hodnotové a morální aspekty. Za nejvyšší hodnoty se v něm považují objektivita a pravdivost poznávání. Ty lze ovšem dosahovat jen v prostředí svobodné komunikace mezi lidmi a veřejné a nezávislé kontroly způsobu získávání dat či ověřování hypotéz.“ (MŠMT, 2007). Požadavky RVP-G by se měly promítnout do příslušných školních vzdělávacích programů (ŠVP), které jsou zase závazným dokumentem realizace vzdělávání na každém všeobecném gymnáziu. Dlužno dodat, že i rámcové vzdělávací programy pro jiné skupiny škol a oborů se v daném aspektu nějakým způsobem shodují, a i v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP-ZV) nutnost realizace experimentální činnosti několikrát rezonuje, např.: *„Vzdělávání v dané vzdělávací oblasti směřuje k utváření a rozvíjení klíčových kompetencí tím, že vede žáka k: zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování, ...“*, či v rámci části RVP-ZV *„Kompetence k řešení problémů“* nacházíme: *„Na konci základního vzdělávání žák samostatně řeší problémy; volí vhodné způsoby řešení; užívá při řešení problémů logické, matematické a empirické postupy“* (MŠMT, 2017). Toho by bez implementace praktické činnosti nebylo možné dosáhnout. Ostatně, experimentální a praktická činnost v přírodních vědách je součástí výuky již od jejích počátků (Koloros, 2011) a vždy byla významnou složkou vzdělávacího procesu. Vzhledem k jeho významu a množství rolí, které experiment plní, je jednoznačné zařazení experimentu do jediné didaktické kategorie obtížné (Pachmann & Hofmann, 1981). Obvykle však bývá zařazován mezi výukové metody, kdy z pohledu klasických výukových metod patří mezi metody názorně demonstrační (demonstrační experiment) a dovednostně praktické, ale má své přirozené místo i mezi aktivizujícími metodami, zejména heuristickými a samozřejmě v řadě metod komplexních (frontální výuka, skupinová a kooperativní výuka, projektová výuka, ...; (Maňák & Švec, 2003)). Oproti vědeckému experimentu je školní experiment přirozeně značně upravený, neboť sleduje jiné cíle, ale mnohdy volí obdobné prostředky, zároveň se odlišuje i od jiných pedagogických činností (Zelenický, 1999). Oproti jiným metodám výuky ale vhodně kombinuje více funkcí vzhledem k výukovým cílům, a vedle informativní složky jsou silně zdůrazněny i složky formativní a metodologická (Beneš, 1987; Čížek, 1982; Čtrnáctová & Halbych, 2007). Z hlediska vztahu k fázím výuky dále experiment může zahrnovat funkci motivační, osvojovací, upevňovací i kontrolní. S ohledem na pojetí a cíle vzdělávání (MŠMT, 2007), důsledkem je, že experimentem jsou

rozvíjeny i další kompetence, nikoliv pouze kompetence k učení, jak tomu mnohdy je v rámci klasické frontální výuky v případě monologických metod. Smysluplnost zařazení experimentu do výuky přírodních věd, zvláště při využití vhodných a aktivizujících forem instrukcí, podporují i četné studie dokladující pozitivní efekt experimentální činnosti na postoj žáků k vědě (Keys, 1987; Lawson, 1989; Osborne, Simon, & Collins, 2003), přičemž racionalizaci této podpory lze shrnout, kromě již uvedeného, do 4 kategorií (Trumper, 2003): (1) získání zručnosti v experimentální práci s pomůckami a potřebným vybavením, ale také rozvíjení schopnosti v kritickém myšlení, ve schopnosti formulovat problémy a v hledání způsobů jejich řešení; (2) konkretizace pojmů, upevňování a aplikace známých pojmů; (3) pochopení principů vědecké činnosti, kritické myšlení; (4) podpoření zvědavosti, otevřenosti, reálnější vnímání skutečnosti a podstaty měření, zhodnocení přesnosti měření, kooperace. Pokud srovnáme Trumperova zjištění s klíčovými kompetencemi uvedenými v RVP-G (MŠMT, 2007), přičemž víme, že jedním z cílů vzdělávání v ČR je: „*Vybavit žáky klíčovými kompetencemi na úrovni, kterou předpokládá RVP G*“ zjistíme, že mnoho z nich alespoň dílčím způsobem nějak koinciduje, je tedy zřejmé, že z pohledu rámcových vzdělávacích programů není zařazení experimentální činnosti do výuky přírodovědných předmětů jen planým líbivým gestem, ale reálnou potřebou vycházející z cílů vzdělávání v ČR i vědeckých výzkumů. I když existují i kritické hlasy, které naznačují, že praktická činnost žáků může mít i negativní vliv na chápání podstaty přírodních věd (Klopfer, 1990; Millar, 1994) či negativní vliv na postoj žáků a ztrátu motivace (Delamont, Beynon, & Atkinson, 1988; Head, 1982), není dle všeho smysluplné od praktické činnosti žáků ustupovat. V prvním případě totiž studie spíše naznačují a zdůrazňují potřebu správné a didakticky podložené realizace praktické činnosti žáků tak, aby splnila svůj účel. V případě druhém, negativní postoj žáků nutně není argument pro omezení praktické činnosti, ale spíše signálem pro hledání způsobů zvýšení motivace žáků.

Z řečeného vyplývá a je i podloženo, že experiment určitě nemá výsadní postavení nad jinými metodami výuky (Hofstein & Lunetta, 1982; Tobin, 1990), ale je důležitou součástí vzdělávacího procesu, a to nejenom ve výuce přírodních věd. Jeho role je podpořena jak tradicí, tak didaktickými výzkumy a v neposlední řadě na státní úrovni závaznými kurikulárními dokumenty, kde by dosažení jimi stanovených cílů vzdělávání bez praktické činnosti nebylo možné. Z didaktického i legislativního hlediska je tak postavení experimentu velmi solidní, a pokud učitel realizaci praktické činnosti žáků ignoruje, zcela zjevně ignoruje také cíle stanovené závaznými dokumenty, jinými slovy, nedělá svou práci dobře.

Experiment by tak měl být nedílnou součástí výuky přírodovědných předmětů. Nicméně, při implementaci experimentální činnosti, a opět s ohledem na cíle stanovené již zmiňovaným RVP-G, zejména: „*přípravit žáky k celoživotnímu učení, profesnímu, občanskému i osobnímu uplatnění.*“ (MŠMT, 2007), lze považovat za žádoucí, pokud experiment a samotná praktická činnost alespoň nějakým způsobem reflektuje současný stav vědy a poznání, včetně používané instrumentace a metodiky, zvláště pokud jde o názornější či bezpečnější formu prezentace daného jevu či tématu, aby si žáci odnášeli do praxe návyky a zkušenosti, které budou moci hned aplikovat v rámci svého povolání. Například, nemá již příliš smysl učit žáky pracovat se starším typem vah, kdy při odečítání musíme sčítat hmotnosti závaží a kroužků položených na opačnou misku a ramena vah, kterážto činnost je časově, technicky i intelektuálně poměrně náročná, když dostupné a mnohdy i dostačující k daným účelům jsou nové digitální váhy, s nimiž se žáci nejspíše setkají i ve své budoucí praxi. Stejně tak, v případě možnosti je žádoucí využít při charakterizaci pH roztoku pH elektrodu místo pH papírku, který mnohdy může skutečné pH zkreslovat, kromě toho, v laboratorní praxi i běžném životě se pH elektroda stává stále běžnějším příslušenstvím. Přirozeně, škola musí příslušným vybavením disponovat či mít možnost si jej pořídit. Na druhé straně, pokud jím disponuje a z nějakého důvodu nepoužívá, efektivitu a kvalitu vzdělávání to samozřejmě značně omezuje.

Počítačem podporovaný experiment – školní měřicí systémy

Historie využití počítačů a výpočetní techniky v činnosti lidstva je nepochybně velmi uchvacující. Asi málokterá jiná technologie zasáhla lidské bytí a rozvoj lidstva tak jako využití počítačů a výpočetní techniky. Díky ní jsou možné dříve nevídané a jen těžko představitelné věci jako je rychlé a snadné sdílení informací nebo komunikace na velké vzdálenosti téměř bez zpoždění, publikace čehokoliv bez složité přípravy či náročné a věrné simulace, např. vývoje finančních trhů, ale také fungování dopravního letadla či automobilu. Pomocí GPS lze zase víceméně spolehlivě nalézt cíl své cesty bez znalosti prostředí. Kromě toho, řadu činností, které dříve byly možné i bez počítače, počítače významně zefektivnily. Už ve svých počátcích, ještě v době, kdy počítače nevypadaly tak jako dnes, bylo jedním z hlavních cílů jejich používání efektivní a správné (či bezchybné) zpracování velkého množství dat, a to možná co nejrychleji, prostřednictvím vhodného algoritmu. V armádním využití počítače pomáhaly a pomáhají získat taktickou výhodu nad nepřítelem a minimalizovat vlastní ztráty, ať už právě zpracováním dat či vedením informační nebo dezinformační kampaně, která osloví velké množství lidí. „Čas jsou peníze“ říká jedno rčení

a je jen málo oblastí lidské činnosti, u nichž nelze prostřednictvím počítače dosáhnout jejich zefektivnění. Proto si počítače rychle našly cesty do firem a podniků a samozřejmě také do oblasti vědy a výzkumu a posléze i do škol. Výzkumná činnost je totiž typickým příkladem generujícím velké množství dat, jejichž zpracování je v určitých momentech vyloženě algoritmickou a repetitivní činností, přičemž je velmi žádoucí data zpracovávat rychle a bez chyb. Příkladem může být už relativně primitivní zpracování spektroskopických dat. To, co spektrofotometr obvykle naměří je hodnota intenzity (či zářivého toku) světla po průchodu vzorkem. Pokud ale chceme vynést závislost absorbance na vlnové délce, změřenou intenzitu (zářivý tok) je nejprve třeba podělit intenzitou světla naměřenou bez přítomnosti vzorku a ze získaného čísla vypočítat záporný dekadický logaritmus. Je zřejmé, že v případě, že pokud tuto hodnotu chceme získat pro celé viditelné spektrum vlnových délek, jedná se o relativně náročnou, dlouhotrvající a repetitivní činnost, kterou počítač může významně usnadnit. Navíc existuje celá řada postupů zpracování dat, které by bez dostatečného výkonu nebylo možné realizovat. Příkladem může být Fourierova transformace (Bates, 1978; „Fourier-transform spectroscopy“, 2019), sloužící mj. k převodu interferogramu na spektrum, jejíž realizace v moderních zejména IČ a Ramanových spektrometrech výrazně usnadnila měření a zpracování těchto typů spekter. I přesto, že je možné pomocí počítače zpracovávat i jinde naměřená data, je zřejmé, že je velmi výhodné tato data prostřednictvím vhodného rozhraní (vstupu) přenášet přímo do počítače, čímž odpadá také v mnoha případech náročná činnost přepisu dat, během níž nezdědka dochází k chybám. Vzhledem k tomu, že výstupy získané z přístrojů mají často charakter analogového elektrického signálu, nebo je možné je na tento signál relativně snadno převést a tento signál pak převést na signál digitální, jedná se o záležitost, která se nepochybně vyplatí, a to nejen ve spektroskopii, a nejen ve vědě. A právě také možnost propojení instrumentální techniky místo analogových displejů a papírových zapisovačů k počítači a možnost snadného, rychlého a prakticky téměř bezchybného zpracování naměřených dat, navíc často bez nutnosti zásahů uživatele, spustily rychlý rozvoj a využívání instrumentální techniky ve vědě a technice, v průmyslu a posléze víceméně i v domácnostech a celkově ve všech aspektech běžného života. Kromě toho, většinu instrumentálních zařízení bylo možno výrazně technicky i funkčně zjednodušit, neboť řadu činností přístroje či obsluhy bylo možné převést na počítač. Díky tomu došlo i k výraznému zlevnění přístrojů a/nebo senzorů, což vedlo k tomu, že jejich rozšíření do domácností a do škol přestal bránit ekonomický faktor, který je často tím prvním nepříznivým, ale nikoliv jediným, má-li se daná technologie rozšířit. Jak bylo řečeno, využití rozličné instrumentální techniky a čidel tak nastoupilo vítězné tažení ve

vědě a výzkumu. Tam se čidla a adekvátní přístrojová instrumentace staly nedílnou součástí a jsou využívány nejen k výzkumu samotnému a ke sledování nějaké jinak obtížně viditelné změny, ale také k charakterizaci připravených materiálů a látek. Publikace výsledků vědeckého výzkumu bez využití senzorů (pH, tlak, vodivost, ...) či adekvátní instrumentální techniky (plynová chromatografie, spektroskopie, ...) již tak není prakticky možná a podobných příkladů lze nalézt značné množství. Je bez pochyb, že znalost principů a schopnost práce s instrumentální technikou a senzory, a také pokročilá počítačová gramotnost, je pro současného i budoucího vědce značnou výhodou, ba až nutností. Čidla samozřejmě pronikla i do mnoha oblastí běžného života. Například, policisté tak již nadále nekontrolují střízlivost řidiče prostřednictvím oranžově zabarvených trubiček s náplní toxického dichromanu draselného, ale tyto trubičky nahradil analyzátor s polovodičovým senzorem (Kubička, 2011). V domácnostech máme termostatické systémy a měřidla spotřeby tepla a energií. Tyto systémy pracují na principu měření teploty prostřednictvím rozličných a levných teplotních čidel a stále více nahrazují starší odpařovací indikátory (Ista & Parlamentní Listy, 2014). V prakticky všech chytrých mobilních telefonech a tabletech jsou instalovány gyroskopické senzory, které umožňují sledovat a reagovat na natočení obrazovky nebo čidla intenzity světla, která mj. přizpůsobují jas displeje dle okolních světelných podmínek nebo aktivují vhodný mód fotoaparátu. S podporou těchto senzorů vznikají i zajímavé (až bizarní) aplikace pro chytré telefony, např. „Vodováha“ nebo „Hang Time“ (Kolik vyskočíte?) (Stange, 2011). Některé tyto telefony, nebo i tzv. chytré hodinky, dokonce disponují možností měření okolní teploty nebo tlaku a jsou schopny určit mj. nadmořskou výšku (Václavík, 2014). Čidla intenzity světla jsou nedílnou součástí chodeb mnoha domů a budov. Čidla přístupu (jinými slovy pohybová čidla) jsou zase již dlouho částí různých terminálů nebo u obyčejných pisoárů, kde zajistí spláchnutí bez nutnosti obsluhy uživatele. Různými čidly a senzory jsme doslova obklopeni, aniž si tuto skutečnost uvědomujeme. Důvodem tak širokého využití čidel a instrumentální techniky, ať už ve formě jednoduchého čipu a spínače nebo společně s výkonnějším počítačem (PC), jsou zejména, jak bylo řečeno, možnost automatizace daného procesu měření a indikace či interpretace dat, jednoduchost a mnohdy i spolehlivost měření a dnes již i velmi přijatelná cena. Dalším důležitým faktorem je skutečnost, že dané měření nelze jiným způsobem realizovat, anebo je jeho realizace obtížná (či neodpovídá současným normám chování). Např. měření koncentrace důlního plynu prostřednictvím infračerveného analyzátoru, jehož signál je elektronicky zpracováván skrze jednoduché PC či dataloggeru, a indikace nadlimitních hodnot je zajištěna akusticky, je podstatně jednodušším řešením než neustálé sledování

kanárka, jenž se jako metoda indikace vysoké koncentrace nebezpečných důlních plynů využíval dříve a jenž tyto nadlimitní koncentrace snáší hůře než člověk (Opekar, 2013). Senzory a instrumentální technika, ve spojení s počítačem, který sbírá, zpracovává a zobrazuje data, se tak zjevně nachází všude kolem nás, v běžném životě a velmi často i v životě profesním, zvláště v přírodovědně a technicky zaměřených oborech. Je jednoznačné, že je žádoucí, opět také mj. vzhledem k cílům vzdělávání stanoveným v rámcových vzdělávacích programech (MŠMT, 2007) vyžadujícím přípravu žáků s ohledem na jejich povolání a budoucí život, aby se tyto skutečnosti projevíly v rámci výuky žáků, tedy ve školství a vzdělávání. To se na první pohled nejeví jako problém. Dnešní děti, které v brzké době budou či jsou subjekty sekundárního vzdělávání, se narodily do doby prostoupené technologiemi, které považují za naprosto přirozenou součást svého života. Zdá se tak, že výuka s využitím počítačů a informačních technologií a případně také využití instrumentální techniky ve spojení s počítačem bude žáky přijímáno nadměrně pozitivně (Frey & Birnbaum, 2002). Ukazuje se ale, že pokud je technologie využita pouze k podpoře výkladu (např. prezentace), je její efektivita mnohdy diskutabilní (Amare, 2006; Bartsch & Cobern, 2003; Warschauer, 2008). V tomto ohledu se někteří autoři snaží využití počítačů a souvisejících technologií zasadit do širšího didaktického kontextu, jako např. Ellmore et al. (Ellmore, Olson, & Smith, 1995). Ti ve své publikaci *Reinventing Schools: The Technology is Now!* představují futuristické vize připisující technologiím téměř neomezené výukové možnosti. Celkem správně a logicky by podle nich školy měly reflektovat společnost, kde se nacházejí, přičemž argumentují proměnami rozložení práce v určitých oblastech a nové požadavky pracovního trhu, které budou přinášet potřebu nových schopností a dovedností (tedy kompetencí), po nichž postindustriální forma společnosti volá (Stratilová Urválková, 2013). Technologie má být klíčovým prvkem při vytváření nového modelu školy, přičemž centrem pozornosti ve výuce se dle autorů stane učící se žák a učitelé budou spíše průvodci ve vzdělávání a jeho facilitátory (student-centred learning). Bohužel, autoři svá tvrzení příliš nepodkládají daty a relevantními výzkumy. Je tedy otázkou, zda existence a dostupnost technologie spojená s vhodným výukovým obsahem přinese kýžený efekt, či zda technologie má opravdu takový motivační efekt, který by z pasivních žáků učinil žáky aktivní, kteří prahnou po poznání. Ačkoliv existují i negativní či v některých případech kritické hlasy s ohledem na implementaci počítačů a informačních technologií ve výuce (Maxwell, 2007; Mueller & Oppenheimer, 2014; Spitzer, 2014 a literatura v publikaci), podobně jako v případě školního experimentování se mnohdy více než o negativní postoj jedná o snahu zmírnit někdy nekritické nadšení vyvolané možnostmi technologie, zmínit její

limity a zdůraznit potřebu nespoléhat na technologii jako takovou a její samospásný účinek, ale o její důslednou implementaci v souladu s cíli výuky a didaktickými a pedagogickými principy. Počítače, informační technologie a nakonec i instrumentální technika s počítačem využívaná jsou jen prostředkem či mediátorem výukového obsahu, jejich správné využití s ohledem na obsah a didaktické a pedagogické principy tak závisí na učiteli (Barton, 1997a; Bartsch & Cobern, 2003; Bernhard, 2003; Burke & James, 2008; Skoršepa, 2015; Stratilová Urválková, 2013; R. F. Tinker, 1985b). V tomto ohledu, špatná implementace jakékoliv technologie, bez pedagogického, didaktického, technického a odborného základu, tak způsobí „medvědí službu“. Za všech okolností, přínos využití počítačů a informačních technologií ve výuce obecně, a stejně tak ve výuce přírodovědných předmětů, je zjevný a jen málo didaktiků o jejich smysluplnosti pochybuje. Nicméně, vždy je nezbytné hledat cesty a způsoby, jak technologii implementovat smysluplně, efektivně a didakticky, odborně a metodologicky správně. K tomu samozřejmě může výrazně pomoci i hledání příčin a faktorů, které implementaci technologie mohou ovlivňovat či napomoci v její podpoře. Každopádně, uvedené platí pro jakýkoliv prostředek, ale i formu či metodu výuky a samozřejmě i pro implementaci počítačem podporovaných experimentů s využitím instrumentální techniky, na něž je zaměřena tato práce.

[Instrumentální technika a senzory ve školství, senzory a školní měřicí systémy \(MBL, Probeware\)](#)

[Terminologie používaná v této práci](#)

Sjednocená a jasná terminologie školního experimentu s využitím počítače a vcelku různorodé instrumentální techniky není jednoduchou záležitostí. Zejména z toho důvodu, že musí kombinovat více rolí, funkcí, přístupů a koneckonců i vybavení, které takový experiment zahrnuje. Zároveň by ale taková terminologie měla být jasná a jednoznačná a označení takového typu experimentování by nemělo být příliš zdlouhavé. Zjevně důležitými prvky v pojmenování tohoto způsobu experimentování je klíčová role počítače a zároveň důraz na současně realizovanou experimentální činnost. S ohledem na dané faktory, v zahraničí se v souvislosti s využíváním měřicích systémů v pedagogické praxi vžily a stále ještě používají označení CBL, v původním významu „Calculator Based Laboratory“, v novějším pak Computer Based laboratory, a dále „Microcomputer Based Laboratory“ (zkráceně MBL). Druhý z uvedených termínů, tedy MBL, zavedený R. Tinkerem v 80. letech 20. století (Tinker, 2000), byl a je podstatně využívanější než zkratka CBL, a to i v současných publikacích (Aksela, 2011; Pierri, Karatrantou, &

Panagiotakopoulos, 2008; Rane, 2013; Skoršepa, Stratilová Urválková, Šmejkal, Tortosa, & Urban-Woldron, 2014; Stratilová Urválková, 2013; Tho & Hussain, 2011; Tortosa Moreno, 2012; Urban-Woldron, Tortosa, & Skoršepa, 2013; Voogt, Tilya, & van den Akker, 2009), i přesto, že tento pojem není příliš vystihující, zejména s ohledem na značné zvýraznění role počítače v samotném experimentu a zároveň potlačení role čidla a instrumentální techniky, která ale ve skutečnosti v takovém typu experimentu hraje významnější roli, neboť právě čidlo zprostředkovává měření a počítač má roli ve sběru a zpracování dat a spíše tak částečně splňuje a zajišťuje roli tzv. dataloggeru („Data logger", 2019), tedy zařízení zprostředkovávajícího sběr a záznam dat. Ani slovo „microcomputer“ (česky „mikropočítač“) v názvu není úplně optimální a v současné době ani aktuální, neboť jde o pojem, jehož význam se v průběhu let relativně změnil a ztratil na jednoznačnosti. Původně se tento termín vžil jako označení relativně malého a levného počítače, který obsahuje mikroprocesor jako centrální výpočetní jednotku (CPU – central processor unit), paměť a vstupní/výstupní (Input/Output) zařízení („Input/output", 2019). Pokud mluvíme o počítači (i takovém, který použijeme pro sběr dat), pak obvykle máme na mysli tzv. osobní počítač (nebo také PC, tedy personal computer), kterýžto pojem je většinou chápán jako víceúčelový počítač, jehož velikost, rozměry, hmotnost, schopnosti, možnosti využití a cena jej činí vhodným pro individuální využití v domácnostech, práci či ve školství pro výuku („Personal computer", 2019). Z uvedeného je zřejmé, že pojmy mikropočítač a osobní počítač si nijak neodporují a PC je vlastně jednou z možných forem mikropočítače a naopak. Tak tomu bylo i v době, kdy termín vyjádřený zkratkou MBL vznikl. Postupem doby se nicméně termín mikropočítač, trochu nesprávně, vžil také jako protipól pojmu PC, zejména s ohledem na cenu a velikost, kdy, zejména v začátcích 90. let minulého století, bylo PC, reprezentované obvykle platformou („IBM Personal Computer", 2016), skutečně větší a hlavně dražší než jiná zařízení, pro něž se pojem „mikropočítač“ např. (Amiga, Commodore 64, IQ-151) hodil více. Dnes už se označení mikropočítač používá téměř výhradně pro opravdu malé a velmi levné počítače, obvykle slabších hardwarových specifikací, které jsou jednoúčelové či zajišťují relativně malý počet funkcí, například jako součásti řídicích obvodů a systémů (Palacký, 2008). Pojem „Microcomputer based laboratory“ tak z více důvodů ztratil svoji aktuálnost. Nyní se proto v dané souvislosti spíše objevuje pojem probeware, zavedený M. Linnovou (Tinker, 2000), ke kterému se přiklání i samotný Tinker, pojem však může znamenat jednak samotné hardwarové vybavení nutné k uskutečnění experimentu (významově blíže), ale také počítačem podporovaný experiment. Pojem nicméně dobře kombinuje jak roli počítače a příslušného softwaru ke sběru, záznamu

a zpracování dat („ware“), tak roli senzoru či instrumentální techniky použité ke měření („probe“ = čidlo či senzor). V běžné komunikaci mezi didakticky zaměřenými pracovníky je pojem Probeware vyhovující a dostatečně vystihuje podstatu experimentu jím realizovaným. S ohledem na implementaci takového experimentu na školách v ČR je ale žádoucí nalézt vhodný český ekvivalent, kterému by dobře rozuměli také učitelé a žáci, kteří je mají používat. V tomto případě lze obtížně nalézt vhodný český obraz slova „Probeware“, jakýkoliv překlad vzniklý kombinací českých ekvivalentů zní zvláště a nepřírozeně a málo libozvučně. Snad i proto se nakonec prosadily, zejména s ohledem na účel využití, pojmy „Školní experimentální systém“, který je využíván i českými distributory (Edufor s. r. o., 2016; Lustig, Lustigová, & Vlášek, 1992) těchto systémů, nebo „Školní měřicí systém“ (ŠMS). Ačkoliv lze konstatovat, že ani uvedený termín nelze považovat za jednoznačně zažitý a dostatečně výstižný, dovolím si tento termín a z něj vycházející zkratku používat v rámci této práce jako ekvivalent dříve uvedených anglických pojmů a zkratk MBL a Probeware.

Školní měřicí systémy

I přes zmíněný význam a vysoké rozšíření čidel a instrumentální techniky vůbec kolem nás, uvedená skutečnost se jen minimálně odráží ve výuce na základních i středních školách. O čidlech a instrumentální technice a o práci s nimi se žáci dozívají poměrně málo, natož aby s nimi pracovali a učili se chápat principy a možnosti jejich využívání. A to jak s čidly dostupnými ve výše uvedených zařízeních z běžného života, tak s čidly a instrumentální technikou méně běžnou (např. pH čidlo, čidlo koncentrace oxidu uhličitého). Jedním z důvodů v rámci škol může samozřejmě být neexistence příslušného vhodného vybavení.

Požadavky na školní měřicí systém s ohledem na využití ve výuce

Ve výuce lze přirozeně používat různá profesionální čidla a vyřazenou techniku pocházející např. z ústavů AV ČR nebo průmyslových podniků spřízněných škole. Používání takových přístrojů ve školní praxi ale může přinášet řadu potíží, které implementaci takto realizovaného školního měřicího systému komplikují. Lze zmínit např. často složité nastavení měření a ovládání profesionálních přístrojů a zařízení, jejich křehkost a citlivost, důležitým faktorem mohou být případné značné prostorové nároky. Pokud škola například disponuje pouze jednou laboratoří, v níž je nezbytné realizovat více druhů experimentů než jen ty se školními měřicími systémy, je pak velmi nepraktické, pokud případná instrumentace zabírá v laboratoři cenné místo, nebo je nutné ji do a z laboratoře stěhovat.

Prezentace naměřených dat u profesionálních přístrojů také může být nenázorná či méně přehledná. S ohledem na využití ve výuce, tak, aby práce s měřicím systémem byla pro učitele co nejméně zatěžující, je velmi žádoucí, aby ŠMS měl následující vlastnosti:

1. Jednoduché zapojení a ovládání, snadná obsluha, uživatelská přívětivost a názornost (Jak učitel, tak žáci, by se měli maximálně věnovat probíranému jevu či tématu s tím, že by pozornost neměla být příliš ovlivňována složitým nastavováním systému či měření, popř. komplikovaným zacházením se systémem, např. při zapojování a uvádění do provozu, práce se ŠMS by neměla být demotivující. Měření, sběr i zpracování dat v příslušném softwaru by mělo být maximálně názorné a nemělo by být zbytečně komplikované, např. díky skrytým a nedostupným položkám menu nebo nejasným formulacím v položkách menu.)
2. Přiměřené prostorové nároky, mobilita (Systém by neměl zabírat prostor nezbytný pro realizaci jiných vzdělávacích činností, mobilita je výhodou pro snazší organizaci výuky, ale také pro realizaci praktických cvičení mimo prostor laboratoře či při akcích mimo prostory školy (kroužky, dny otevřených dveří, demonstrační experimenty, ...))
3. Modularita, jednotnost ovládání (Z prostorových, ale i praktických důvodů, aby nebyli učitel ani žáci zatěžováni zbytečnými nároky na zvládnutí práce s různým hardwarem a softwarem, je výhodou, pokud je možné více zařízení obsluhovat, po softwarové i hardwarové stránce, jednotným způsobem.)
4. Odolnost (Je velmi žádoucí, aby čidla a přístroje obsahovaly prvky, které budou zařízení chránit před nechtěným poškozením – jedná se např. o ochranný „límeček“ okolo skleněné elektrody nebo robustní obaly z tvrzeného plastu, utěsněné proti průniku vlhkosti, okolo elektronických částí systémů. Oproti práci profesionálů, ve školním prostředí se ŠMS pracuje velké množství různých žáků s malými zkušenostmi, možnost nechtěného poškození je tedy vyšší.)
5. Jednoduchá a nenáročná údržba a provoz, který není příliš zatěžující, např. finančně (Školy málokdy disponují prostředky na provoz zařízení pro výuku, zařízení, u nichž je prostředků na provoz třeba tak jako důsledek nejsou pak ve výuce používána. Vzhledem k tomu, že v českých školách není přítomnost laboranta běžná a správu laboratoře většinou zajišťuje učitel, náročnější údržba by zvýšila nároky na učitele, což by jistě vedlo k omezení údržby a tím i využívání ŠMS ve výuce.)

6. Přiměřená cena (Cena je samozřejmě jedním z mnoha faktorů, které ovlivňují implementaci školního měřicího systému do výuky. U školních systémů není v mnoha případech důležitá vysoká přesnost či citlivost zařízení, rozsah jeho použití také může být omezen. Jednodušší konstrukce systému s využitím méně kvalitních materiálů, při zachování funkčnosti (například použití plastových čoček místo skleněných u spektrometru) může vést ke snížení ceny systému na hladinu akceptovatelnou pro školy a vzdělávací sektor.)
7. Spolehlivost zařízení (Systém by měl fungovat reprodukovatelně, jeho konstrukce by měla vylučovat neočekávaná selhání a odchylky od běžného stavu, např. díky špatným kontaktům, nevhodné konstrukci spínačů apod.)

Výše uvedené vlastnosti jsou spíše doporučeními, nicméně, je zřejmé, že z řady důvodů může být realizace školního měřicího systému s využitím zařízení původně určeného profesionálům poměrně nepraktická a v mnoha ohledech limitující. Je zřejmé, že podobně jako experiment a praktická činnost ve vědě se v mnohém odlišují (Zelenický, 1999), stejně tak se liší i potřeby školství a vzdělávání s ohledem na realizaci experimentu podporovaného počítačem. V reakci na specifické požadavky sektoru školství se nicméně objevili výrobci, ať už zavedení producenti učebních pomůcek obecně nebo společnosti specializující se na tento segment, jejichž zájmem a cílem bylo tyto požadavky naplnit. Tyto společnosti tak vyrábí a buď přímo, nebo přes síť distributorů, dodávají své systémy, z nichž většina velmi dobře splňuje výše uvedené požadavky. Na začátku tisíciletí se jednalo například o systémy firmy Pierron Education (systém Infraline Graphic), systém LogIT nebo systém ISES (Stratilová Urválková, 2013). V současné době ale český trh víceméně ovládají dvě americké společnosti - Pasco Scientific (Pasco Scientific, 2019a; Profimedia s.r.o., 2019) a Vernier Software & Technology (Edufor s. r. o., 2016; Vernier Software & Technology, 2019). Nicméně, na českém trhu naštěstí fungují i další hráči, kteří udržují nezbytné konkurenční prostředí a nabízejí vhodné alternativy k oběma nejrozšířenějším systémům (viz kapitola „Přehled školních měřicích systémů dostupných v ČR“).

Charakteristika a komponenty školního měřicího systému optimalizovaného pro využití ve výuce

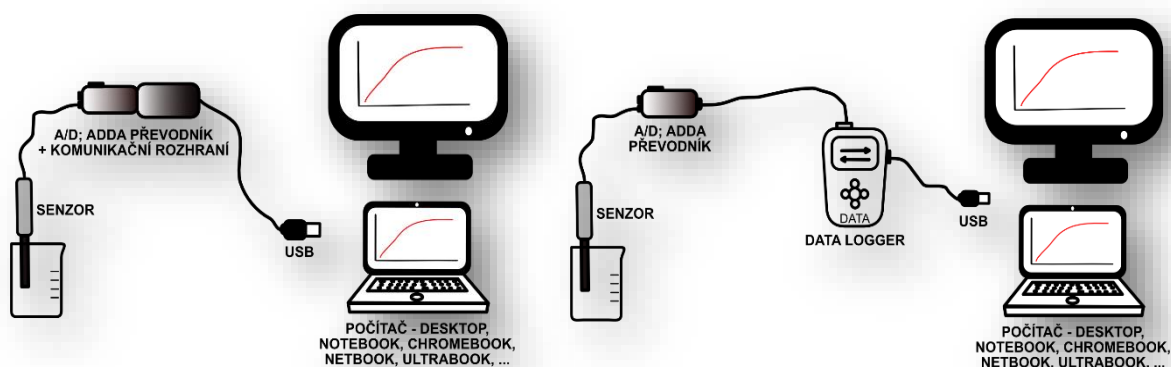
S ohledem na podstatu fungování a vlastnosti školních měřicích systémů používaných ve školství lze, z pohledu jejich principu a funkce, upřesnit jejich charakteristiku následovně: *Školní měřicí systémy jsou souborem různorodých čidel, popř. instrumentů, které jsou propojeny s počítačem, jež zajišťuje prostřednictvím vhodného rozhraní kontrolu měření*

a sběr, záznam, uchování a případně zpracování a vizualizaci naměřených dat. Uspořádání a propojení jednotlivých prvků i ovládací software jsou optimalizovány s ohledem na využití ve výuce a obvykle umožňují jednoduché a rychlé měření prostřednictvím unifikovaného způsobu zapojení systému a jednotlivých čidel či instrumentace a unifikovaného ovládání měření i zpracování dat s využitím vhodného softwaru. Tento přístup umožňuje žákům i učitelům, po zvládnutí ovládání systému, soustředit se maximálně na sledovaný jev a na jeho pochopení místo na práci se samotným přístrojem.



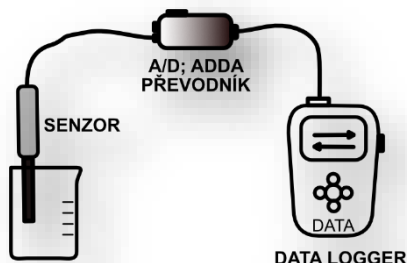
Obrázek 1: Schéma školního měřicího systému (dle Skoršepa, 2015)

Schéma typického školního měřicího systému je na obrázku 1. ŠMS se skládá z čidla nebo instrumentu (přístroje), které zajišťují vlastní měření prostřednictvím interakce senzoru s prostředím experimentu, v jehož rámci dochází ke změně nějaké fyzikální vlastnosti čidla. V rámci této interakce je obvykle generován náboj a/nebo proud, v důsledku čehož vzniká analogový signál. Aby tento signál mohl být přečten zařízením zajišťujícím sběr a ukládání dat, je tento signál převeden pomocí tzv. A/D (analogově-digitální) převodníku na signál digitální. A/D převodník je tak, většinou, další nezbytnou součástí systému. A/D převodník je buď oddělenou součástí systému, např. v elektronické části, která zajišťuje také komunikaci opačným směrem od počítače k čidlu tak, aby jej bylo možné ovládat, nebo je součástí tělesa čidla (např. u pH senzoru firmy Vernier). V případě některých senzorů je převod signálu nezbytný i v opačném směru, příslušné převodníky tak obvykle mají charakter ADDA rozhraní. Některé, zejména starší, systémy (např. některá řešení u systému ISSES) vyžadují v tomto ohledu instalaci speciální ADDA karty přímo do počítače (obvykle PCI nebo ISA slot), což ale vyžaduje vyšší míru počítačové gramotnosti ze strany uživatele.



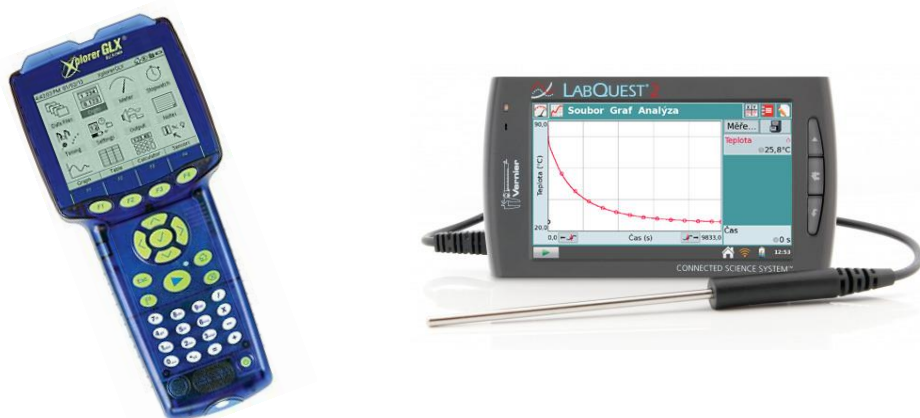
Obrázek 2: Schéma některých možných zapojení školního experimentálního systému – vlevo: typické zapojení školního měřicího systému přes USB komunikační rozhraní; vpravo: komunikace čidla s PC je zprostředkovávána dataloggerem

A/D převodník je pak propojen s počítačem, jehož prostřednictvím je zajištěna kontrola a ovládání měření a dále sběr, záznam, uchovávání, vizualizace (prezentace) a zpracování naměřených dat, a to prostřednictvím nainstalovaného softwaru, který mj. zajišťuje komunikaci počítače a čidel a zprostředkovává výše uvedené činnosti (Obrázek 2).



Obrázek 3: Spojení čidla přímo s dataloggerem

Samozřejmě, existují i čistě digitální čidla vyžadující zvláštní typ digitálních konektorů, které jsou nějak připojeny k počítači, ale takových je menšina. Pojem „počítač“ je v daném ohledu využit jako označení široké škály zařízení, která je možné k čidlům připojit a jejich prostřednictvím měření a zpracování naměřených dat realizovat (Obrázek 2). Jednou



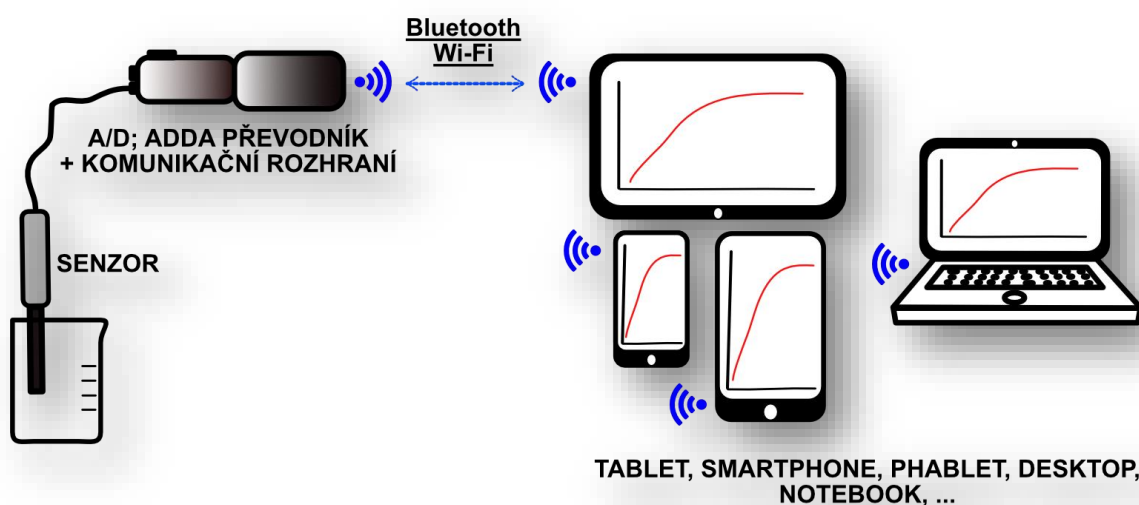
Obrázek 4: Datalogery Pasco Xplorer GLX a Vernier LabQuest 2

Zdroj: https://www.pasco.com/prodCatalog/PS/PS-2002_xplorer-glx/index.cfm a <https://www.vernier.cz/produkty/podrobne-informace/kod/labq2> ze dne 5.5.2019

z možností je připojení specializovaného zařízení, které se nazývá datalogger („Data logger“, 2019; Obrázek 3). V případě ŠMS ovšem není obvykle jeho funkcí primárně sběr a ukládání dat, významnou roli v jeho funkci hraje i zpracování a různé způsoby vizualizace naměřených dat. Proto je obvykle vybaven displejem a klávesnicí nebo dotykovým displejem, jehož prostřednictvím lze zadávat potřebné údaje a kontrolovat měření (Obrázek 4). Ve své podstatě tak jde o počítač malých rozměrů, který je optimalizovaný pro práci s čidly a převodníky konkrétních ŠMS. Novější čidla, např. bezdrátové senzory Pasco (Pasco Scientific, 2019), disponují vnitřní pamětí a příslušnou elektronikou včetně mikroprocesoru, díky níž lze data ukládat bez připojeného počítače (ten slouží k nastavení měření a

zpracování dat, experiment se tak bez něj neobejde) a mají tím pádem integrovaný datalogger přímo v sobě. Výhody dataloggerů jsou zřejmé. Zejména se jedná o kompaktní rozměry, nízkou hmotnost a velmi solidní konstrukci zařízení, které předurčují jejich využití pro měření v terénu. Ve většině případů je patrná snaha výrobců zprostředkovat v jejich dataloggerech většinu funkcí dostupných v příslušných softwarech na počítači, ale ne vždy je možné vzhledem k povaze měření a limitům dataloggerů integrovat vše, navíc v obdobném uživatelském prostředí a principu ovládání jako na počítači. To vede k náročnější manipulaci při práci s dataloggerem, zejména při vyhodnocování a zpracování dat. Hlavní nevýhodou dataloggerů je ale nepochybně jejich cena, která nezdědka bývá násobná oproti počítači či jiným, také vysoce mobilním, zařízením (tablety, smartphony), a která je ne vždy zdůvodnitelná kvalitní konstrukcí dataloggerů a jejich jistou odolností, např. proti prachu a vodě, jež je v řadě případů jedinou výhodou oproti jiným alternativám pro kontrolu měření a zpracování dat. Na druhé straně, datalogger obvykle umožňují snadné a uživatelsky bezproblémové propojení s počítačem a přenos naměřených dat, takže je možné je využít jen pro nastavení měření a sběr dat, která lze posléze zpracovat a vizualizovat na počítači.

Jak bylo naznačeno, senzory a přístroje lze připojit i k počítači a dalším zařízením, které mnohdy umožňují tolik potřebnou mobilitu, tedy např. notebook (laptop, netbook, ultrabook, chromebook, ...), tablet, phablet, smartphone a je možné i připojení ke speciálním kalkulačkám, např. (Vernier Software & Technology, 2019). V případě těchto připojení je ve většině případů nezbytné doplnit celý systém o další prvek (či rozhraní) zajišťující komunikaci a přenos dat mezi zařízením a převodníkem prostřednictvím vhodného rozhraní



Obrázek 5: Schéma bezdrátového měření se školním měřicím systémem

počítače. V dřívějších dobách, jak bylo již naznačeno, se buď využívaly ADDA karty připojené pomocí interních rozhraní počítače, např. PCI popř. ISA slotů, nebo externího sériového portu RS-232. S příchodem portu USB (universal serial bus) se ovšem spojení počítače s ostatními částmi systému realizuje téměř výhradně přes toto spojení (Obrázek 2) anebo bezdrátově, prostřednictvím standardu Bluetooth či WiFi (direct; Obrázek 5). Přes uvedené standardy jsou ale schopny s počítačem komunikovat i některé dataloggery. Byť je možné takto propojit čidla i s počítači, měření pomocí bezdrátového spojení se využívá zejména při měření s tablety, phablety a smartphony, což dodává využití školních měřicích systémů další rozměr, zejména s ohledem na jejich flexibilitu a mobilitu a smysluplné využití nachází zejména v případě měření v terénu či mimo laboratoř, popř. v případě realizace většího množství experimentů, nejen s využitím ŠMS, v rámci laboratorního cvičení, kdy je možné takto realizovaný experiment rychle a snadno nahradit jiným a naopak.

Přehled školních měřicích systémů dostupných v ČR

Jak bylo naznačeno v rámci předchozích kapitol, v ČR existuje řada firem, které tohoto moderního pomocníka ve výuce přírodních věd distribuují a stále přibývají další. Znamená to, že v tomto ohledu nepochybně existuje poptávka od nadšených učitelů, což lze považovat za jev veskrze pozitivní. Jednotlivé systémy mají nicméně své silné a slabé stránky a mnohdy se liší v drobnostech, které ale mohou být s ohledem na jeho konkrétní využití důležité. Proto je k práci přiložen následující přehled vybraných v ČR dostupných školních měřicích systémů. Tento přehled si neklade za cíl být komplexním přehledem všech možností, které jednotlivé systémy nabízí, a už vůbec ne porovnáním jejich finanční náročnosti. Systémy jsou poměrně různé, ani ne tak v technických parametrech, ale např. koncepcí čidel (počet měřených veličin, možnosti měření, někdy rozsah) či rozhraní (počet vstupů, výstupů, integrovaných čidel). Někde je levnější jedno čidlo, jinde druhé, jinde zase uživatel získává na rozhraní a někde je příjemně překvapen cenou softwaru. Nicméně lze říci, že ve výsledku jsou obvykle ceny jednotlivých systémů dost podobné a spíše záleží na tom, co uživatel od systému očekává a co s ním nakonec bude chtít dělat. Někomu nemusí vadit omezené množství dostupných čidel, jindy je příjemná kompatibilita se systémy jiných výrobců, někdy je rád za více čidel integrovaných do jednoho rozhraní, někdy zase preferuje možnost vysokých měřicích frekvencí. Další se chce připojovat bezdrátově ke smartphonům a tabletům a jiný chce využívat výhod specializovaných dataloggerů. V následujícím přehledu je tak spíše představení nejčastějších školních měřicích systémů nacházejících se na českém trhu a nabízejících alespoň jistou podporu distributora nebo výrobce.

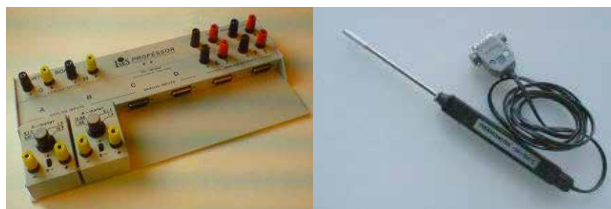
Patrně nejdelší tradici na českých školách z těch dnes nabízených má školní experimentální systém **ISES**. Systém byl vytvořen zejména doc. Františkem Lustigem a jeho spolupracovníky, povětšinou z MFF UK. Na našem trhu jej lze nalézt již od roku 1985, tedy od doby, kdy málokdo z nás měl vůbec k dispozici počítač, natož aby s ním byl schopen něco měřit. V té době ještě neexistovalo USB, a tak i samotné propojení s počítačem nebylo



Obrázek 6: Školní experimentální systém ISES

Zdroj: http://www.ises.info/ises_data/systemises/introduction/general.jpg ze dne 6. 5. 2019

snadnou záležitostí. Používaly se různé proprietární konektory, ale i sériové nebo paralelní porty, prakticky vždy pak ve spojení s PCI, SCSI nebo ISA kartou, kterou bylo nejprve třeba ručně vložit do počítače. Nastavení čidel a měření také nebylo, ve srovnání s dneškem, jednoduché, ale nadšenci té doby se s tím dokázali s radostí poprat. Systém ISES (byť se tak



Obrázek 7: Komponenty školního experimentálního systému ISES, panel ISES PCI Professional (vlevo) a teplotní čidlo (vpravo)

Zdroj: <http://www.ises.info/old-site/fotky/obr02.jpg> a http://www.ises.info/old-site/moduly/pic/M_tepl.jpg ze dne 6. 5. 2019

v době svého zavedení ještě nejmenoval) je tak nepochybně průkopníkem používání školních měřicích systémů ve výuce v naší domovině. Od r. 1985 samozřejmě systém zažil značný vývoj a dnes se chlubí jak možností připojení systému k PC přes USB, tak přes Bluetooth, využít však lze i staršího způsobu přes zvláštní PCI kartu instalovanou do počítače. Systém nabízí více než 16 čidel, přičemž ta nejdůležitější pro fyziku (síla, proud, napětí, snímač polohy), chemii (pH, vodivost) a částečně biologii (EKG, srdeční tep) nechybí. Oproti ostatním systémům je ale nabídka čidel možná omezenější. Systém překvapivě nenabízí žádný specializovaný datalogger, měření se tak realizuje vždy prostřednictvím PC (nebo přes internet s čímkoliv, co disponuje kompatibilním prohlížečem). Jinak je celý systém v podstatě realizován klasicky, jako systém panelů, tedy

jakýchsi „paneloidně“ vyhlížejících plastových krabiček, které se připojují ke kontrolnímu panelu, který je připojen k počítači a k příslušným čidlům. Možná to na dnešní dobu nevypadá moc moderně, ale funguje to dobře. Vše se dnes ovládá přes program ISESWIN, který je schopný pracovat s panely připojenými jak přes USB, tak přes PCI kartu. Dle informací od učitelů jde o spolehlivý systém prověřený časem. Systém zatím nejde přímo připojit přes Bluetooth k tabletům nebo chytrým telefonům, nicméně jeho předností je možnost realizace i vzdálených měření přes internet (tedy i v tabletu přes jeho prohlížeč). Přes internet lze tedy nejen pozorovat experiment, ale také realizovat jeho nastavení a podmínky. Toto vzdálené měření si může učitel „naprogramovat“ pomocí podpůrného software sám, řada měření je také dostupná z webových stránek systému. Systém ISES používá několik stovek škol a je tak v současnosti patrně třetím nejrozšířenějším systémem v ČR. Více informací o produktech, podpoře atd. lze nalézt na webových stránkách systému <http://www.ises.info/> nebo <http://www.ises.info/old-site/>. Na druhé uvedené stránce lze nalézt i řadu zpracovaných úloh, zejména pro fyziku, ale také, v menším množství, pro chemii a biologii.



Obrázek 8: Čidla systému ISES (zleva pH-metr, voltmetr, ampérmetr a konduktometr)

Zdroj: <http://www.ises.info/old-site/index.php?s=m&f=m9>, <http://www.ises.info/old-site/index.php?s=m&f=m3>, <http://www.ises.info/old-site/index.php?s=m&f=m4> a <http://www.ises.info/old-site/index.php?s=m&f=m14> ze dne 6. 5. 2019

Od roku 2008 se mohou příznivci školních měřicích systémů na českém trhu setkat s produktem kalifornské firmy **PASCO**. Za posledních 11 let už systém dokázal dobře zdomácnět a je jedním z nejrozšířenějších systémů v ČR. Hlavními distributory systému v ČR jsou společnosti Profimedia, s. r. o. a AV Media, a.s. Firma Pasco Scientific existuje na trhu s učebními pomůckami již 50 let a na její nabídce je to vidět. Její experimentální systém nabízí více než 70 různých senzorů na měření snad všeho, co si lze představit (vybrané senzory viz Obrázek 9). Specialitou jsou také např. bezdrátový spektrometr, senzor na ethanol anebo vysoce přesný senzor na měření pH, který by nepochybně našel uplatnění i ve specializovaných laboratořích. Nabídka senzorů je opravdu široká a pro výuku přírodovědných předmětů, ale nejen jich, je vystaráno. Výhodou systému je, že nabízí nejen jednotlivá čidla, ale také jakási kombinovaná čidla. To znamená, že prostřednictvím jednoho rozhraní je možno měřit více veličin, a to i současně, v závislosti na sobě. Pokud tedy chceme ověřovat u ideálního plynu např. Charlesův zákon, tedy závislost tlaku na teplotě za

konstantního objemu, není nutné připojovat čidlo tlaku a čidlo teploty, ale stačí přes jedno rozhraní připojit např. tzv. pokročilý chemický senzor (Advanced Chemistry Sensor), který kombinuje měření tlaku, teploty, vodivosti, pH, napětí a vstup pro ORP a ISE elektrody. Kromě toho, takové čidlo je výrazně levnější než v případě pořízení jednotlivých čidel po kusech, jeho koupě se tedy vyplatí. Takových čidel systém Pasco nabízí více, mimo jiné např. senzor pro analýzu vody, senzor obecné vědy atd. Široká nabídka senzorů je doplněna také výbornou nabídkou rozhraní, jejichž prostřednictvím lze senzory připojit k PC anebo také k tabletu a smartphonu, a rovněž dataloggerů, k nimž lze čidla připojovat přímo. Využít tak lze rozhraní drátová, zejména pro připojení přes USB (USBLink, SparkLink) i bezdrátová, která jsou připojována přes Bluetooth (AirLink, SparkLink Air). Kromě toho jsou oba způsoby připojení doplněny variantami umožňujícími připojení jak jednoho čidla (ať už kombinovaného nebo jednotlivého), tak většího množství čidel. Z dataloggerů jsou nabízeny zejména dva: SPARK Science Learning System – datalogger s barevným displejem s nainstalovaným softwarem SPARKvue, určený zejména pro žáky základních škol a dále Xplorer GLX s černobílým displejem, ale značným množstvím funkcí, které v poslední době nahradily zařízení SPARK LX and SPARK LXi. Pro „fajnšmekry“ jsou pak připravena univerzální rozhraní 550 a 850 s digitálními i analogovými vstupy, ale i výstupy nabízejícími



Obrázek 9: Školní měřicí systém Pasco (bezdrátové rozhraní AirLink 2, USB rozhraní a čidla vodivosti a CO₂)

např. generátor volitelného signálu (volba průběhu proudu, napětí). Značná síla systému je ve velké variabilitě možností v připojení k různým zařízením. Bezdrátově lze připojit prakticky cokoliv – počítač, tablet či smartphone (např. Obrázek 9), buď skrze výše uvedená rozhraní AirLink a SparkLink Air, kdy lze využít stávající „drátová“ čidla, nebo lze k uvedeným zařízením připojit autonomní bezdrátová čidla, kterých Pasco nabízí téměř třicet. Tato čidla mají i vlastní paměť, mohou tedy sloužit také jako samostatný datalogger. Výhodou také je, že software pro tento způsob měření, tedy přes tablety a smartphony, je dostupný zcela zdarma jak pro iOS, tak Android zařízení. Uvedený software je v zásadě shodný, i jménem, se softwarem pro PC – SPARKvue. Ten lze stáhnout ve verzi pro

Windows 7 a vyšší anebo pro Macintoshe. Co chybí, je verze pro Linux. SPARKvue je co do možností nastavení měření, zobrazení a zpracování dat omezenější než jeho pokročilejší bratříček, nazývaný PASCO Capstone a hodí se tak spíše pro základní školy – tak ho firma Pasco Scientific také často prezentuje. Nicméně, svoje si software splní a realizace většiny měření není problémem. Navíc lze data exportovat do běžných ASCII formátů a jejich zpracování lze provést v jiném softwaru, např. v MS Excelu anebo OOo Calc. Licence SW SPARKvue pro Windows už je ale placená, stejně tomu je i u PASCO Capstone. Starším softwarem k ovládání měření je DataStudio, na nových Windows 8.1 či Windows 10 už jej lze ale mnohdy spustit jen s obtížemi a oficiálně podporován již není. K ovládání spektrometru pak taktéž slouží speciální software Spectrometry. Celkově je systém Pasco kvalitním měřicím systémem, velmi dobře optimalizovaným pro využití ve výuce a nepochybně patří mezi současnými systémy ke špičce, zejména i díky jeho široké variabilitě, velkému množství dostupných čidel, propracovanému softwaru, který je lokalizován do češtiny, a i podpoře výrobce a distributorů. Více lze nalézt www.pasco.com a www.pasco.cz. Na uvedených stránkách lze nalézt taktéž řadu námětů na experimenty, kromě toho se další experimenty pro uvedený systém nacházejí na webových stránkách www.experimentujme.cz.

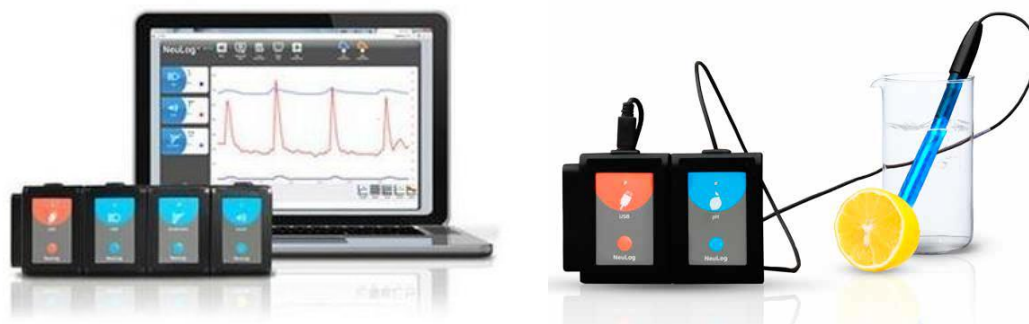
O něco kratší dobu než Pasco, ale také již poměrně dlouho, působí na českém trhu společnost Edufor s.r.o., která distribuuje systém americké firmy z Oregonu – **Vernier Software & Technology**. Ta funguje více než 30 let, tradici v oblasti vzdělávání tedy nepochybně má. Podobně jako v předchozím případě, nabídka senzorů i rozhraní je velmi široká. Od Vernieru tak lze získat zhruba 70 různých senzorů, nechybí spektrofotometr, čidlo vodivosti, různé i přesné pH sondy atd. (např. Obrázek 10), velmi široká je také nabídka příslušenství jako jsou např. optická vlákna apod. Specialitou firmy je plynový chromatograf, který jen tak



Obrázek 10: Školní měřicí systém Vernier (datalogger LabQuest, čidlo vodivosti a pH (nahore, modrá barva))

někdo nenabízí. Chromatograf umožňuje realizovat nejen jednoduché separace vybraných organických látek, ale také separace s nastavením rychlosti průtoku kolonou či teplotního profilu na koloně, čímž se spektrum dělitelných látek dále rozšiřuje. Obecně jsou čidla firmy konstruována tak, že měření s nimi je pohodlné a bezproblémové. Kombinovaná čidla ale Vernier prakticky nenabízí. Měření lze ovládat prostřednictvím softwaru Logger Pro, který nabízí příjemné a celkem intuitivní uživatelské rozhraní a v placené verzi nabízí i možnost pokročilých výpočtů a pokročilého zpracování naměřených dat. Nicméně, verze zdarma nazvaná Logger Lite je k většině měření dostatečnou náhradou, přičemž pokročilejší zpracování dat lze bez problémů realizovat v jiné aplikaci, kam je možné data snadno přenést. Z tohoto pohledu přídomek „Lite“ ani není adekvátní a téměř až „podhodnocuje“ možnosti uvedeného SW, zejména s ohledem na vizualizaci dat. Rozhraní velmi podobné uvedenému softwaru je instalováno také v dataloggerech firmy, z nichž nejpokročilejší je LabQuest 2 s barevným a celkem jemným displejem, k němuž lze přímo připojovat čidla firmy. I rozhraní dataloggeru je v češtině, což není vždy zcela obvyklé a je to jeho nespornou výhodou. Pokud je ale preferováno měření na PC, využít lze USB rozhraní Go!Link, s nímž lze připojit jedno čidlo, nebo „víceportová“ rozhraní, např. LabQuest Mini a nebo LabPro. V nabídce firmy se již objevila i bezdrátová čidla, a i když trochu se zpožděním proti dalším výrobcům, už jich je také pěkná řádka, např. teplotní čidlo, čidlo pH nebo ISE elektrody. Tato čidla lze připojit k PC buď přímo, pokud ale uživatel má z dřívějších čidel bez Bluetooth rozhraní, může si zakoupit komunikační rozhraní Go Wireless Link nebo LabQuest Stream, k nimž lze tato čidla připojit. Výhodou těchto řešení se zdá být na první pohled jistá kompaktnost a dlouhá výdrž na baterie. Tato bezdrátová čidla lze připojit nejen k PC, ale také k tabletu, na němž musí být nainstalována speciální aplikace Graphical Analysis. Ta zatím nedosahuje možností aplikace pro počítač, celkem přirozeně, ale s rostoucím výkonem tabletů lze očekávat i širší možnosti aplikace. Příjemnou skutečností je, že software Graphical Analysis je dostupný zdarma, a to i ve verzi pro operační systém Windows. Systém Vernier lze taktéž považovat za velmi kvalitní a časem prověřený systém, který dělá vše, jak má a jak je třeba a uživatelé jsou s ním spokojeni. Výhodou je také široká podpora, na webových stránkách výrobce i distributora – www.vernier.com a www.vernier.cz – lze nalézt nejen informace o systému, ale také velké množství námětů a návodů na úlohy, tipy, triky, rady a na www.vernier.cz i řadu výukových a experimentálních videí, která lze doporučit i uživatelům ostatních systémů jako inspiraci.

Teprve před několika lety dorazil na český trh systém **NeuLog** izraelské firmy SES – Scientific Educational Systems. Zatím tedy systém není v ČR příliš známý a prověřený, byť se jeví celkem sympaticky. V ČR je systém distribuován firmou KDZ, spol. s r. o. I tento systém disponuje širokými možnostmi propojení. Podobně jako v předchozích případech, jde o modulární systém jakýchsi „krabiček“, které lze vzájemně poměrně jednoduše skládat do větších celků jako stavebnici (Obrázek 11). Celý měřicí modul lze pak připojit k PC nebo



Obrázek 11: Školní měřicí systém NeuLog (vpravo modul USB a modul pH sensor)

Zdroj: <http://www.kdz.cz/Produkty/Merici-system-NeuLog/> a <https://www.seseducation.co/neulog.html> ze dne 5.12.2014

tabletů jak bezdrátově (radiokomunikační modul – 2,4 GHz, WiFi) nebo přes USB. Další možností v případě, že není dostupný počítač, je připojit další „krabičku“ – tzv. digitální zobrazovací modul, na němž lze vizualizovat naměřená data. Jako velkou výhodu udává výrobce skutečnost, že každý senzor má vlastní paměť a lze jej dle svých potřeb programovat, popř. využít každý senzor jako specializovaný datalogger, který v sobě může ukládat naměřená data. Komunikace s PC je pak realizována prostřednictvím univerzálního webového rozhraní, v zásadě stejně je realizována komunikace mezi moduly, neboť každý modul je vlastně „malý počítač“, jde tedy vlastně o komunikaci mezi počítači. Software NeuLog zajišťující vizualizaci dat pak podporuje prakticky každý systém s webovým prohlížečem. Originální verze v angličtině je zdarma, cena za českou verzi se pak pohybuje okolo několika tisíc Kč. Zbývá dodat, že dostupných v ČR je zhruba 40 čidel, tedy o trochu méně než v předchozích případech systémů Pasco a Vernier, nicméně, ta nejdůležitější čidla pro fyziku, chemii a biologii nechybí. I NeuLog myslí na podporu v podobě úloh umístěných na webových stránkách www.neulog.cz a www.neulog.com, nicméně, nabídka zatím není tak široká jako v případě již uvedených výrobců. Systém se tak jeví velmi zajímavě, ale teprve budoucnost ukáže, zda má šanci „dohnat“ zatím zavedenější systémy. Zpětné vazby od učitelů v ČR je zatím relativně málo a těžko vyvodit, zda měření provází či neprovází technické problémy. To nejspíše ukáže až budoucnost.

Trochu neznámou je systém **3B NETlog** firmy 3B Scientific, který je distribuován firmou Helago.cz. Ačkoliv existuje od roku 2006 a v ČR je již pár let distribuován, vzhledem k jeho zaměření spíše do oblasti fyziky trochu unikál pozornosti chemicky zaměřených učitelů.



Obrázek 12: Systém 3B NETlog, zleva datalogger, pH čidlo a senzor teploty (dole)

Zdroj: <https://www.labworld.co.uk/3b-netlog-data-logger-and-acquisition-interface.html>

Množství dostupných senzorů je omezenější, zejména na chemii a biologii, například chybí senzory plynů. Ve fyzice se zdá, že každý učitel si svůj senzor najde. Způsob měření a propojení s počítačem je obdobný jako v případě jiných systémů. Nabídka rozhraní ale není tak široká, rozhraní se liší přítomností Ethernet portu a obsahují poměrně malý displej umožňující nastavení měření, ale na nějakou hlubokou správu a zpracování dat přímo v loggeru to nevypadá. Software 3B NETlab je pak program na pořizování a zpracovávání dat pro již zmíněný 3B NETlog interface a pracovat s ním lze prostřednictvím internetu. Program je založen na ActiveX, funkce tedy mohou být integrované a spouštěné z webových stránek. Instrukce k provedení pokusů mohou být také napsány učiteli za použití nástrojů HTML a programovacího prostředí pro tento účel. Všechny typy internetových nástrojů a technologií, jako jsou multimediální postupy, animace, filmy atd., mohou být zařazeny do pokusů. Díky integraci webového prostředí software umožňuje kontrolovat stav a výsledky pokusů prováděných studenty, nebo naopak, žáci mohou sledovat pokusy realizované učitelem. Zdá se ovšem, že software zatím není lokalizován do češtiny. Systém zatím nepodporuje měření s tablety a smartphony a ani bezdrátový přenos dat. Celkově lze říci, že se jeví, že systém neposkytuje oproti již uvedeným takovou variabilitu, byť nepochybně své uplatnění může najít u specializovaných aplikací a u škol a vyučujících s požadavky, které tento systém splňuje. Nicméně, i dle výše uvedených webových stránek, systém nejspíš ustupuje zavedeným výrobcům, nabídka se v posledních letech příliš nerozšiřuje a uvedené společnosti již nabízí více výrobky společnosti CMA.

Systémem, který je na našem trhu dostupný již řadu let, je produkt nizozemské firmy **CMA** – Centre for Microcomputer Applications. I přes dobu, kterou se na našem trhu nachází, si zatím nenašel obecně mezi uživateli školních měřicích systémů širší podporu, oproti např. našim sousedům na Slovensku nebo v Polsku. Přitom se nepochybně jedná o systém kvalitní, cenově dostupný a s kvalitním softwarem Coach, který je ovšem placený. Je velmi propracovaný a umožňuje, kromě řízení experimentu a složitých nastavení, také jednoduše vytvářet i různé modely, videoanalýzu atd. Oproti konkurenci se nemá za co stydět a tu a tam i umí nabídnout něco navíc. Existuje také verze pro Linux a dostupná je i verze Lite, s jejíž pomocí lze ovládat měření a zpracovávat omezeně data, ale je zcela zadarmo a další zpracování dat lze realizovat v navazujících programech (MS Excel, OOo Calc). Software obsahuje také množství předpřipravených experimentů, kvalitně didakticky zpracovaných.



Obrázek 13: Komponenty měřicího systému CMA – nahoře: (zleva) datalogger VinciLab a MoLab a rozhraní CoachLab II+; dole: (zleva) senzory tlaku, pH a síly

Zdroj: http://obchod.cotrex.cz/k.720100.merici-terminaly.html?_ga=2.82088214.1654728369.1557175944-300927111.1557175944
a <http://obchod.cotrex.cz/1%7C.k.720110.cidla.html> ze dne 6. 5. 2019

Nabídka rozhraní systému je velmi široká, v zásadě se většinou jedná o rozhraní připojitelná k PC přes USB, výrobce je dělí dle možností využití na rozhraní pro základní, nižší střední a vyšší střední vzdělávání. Vlajkovou lodí je rozhraní CoachLab II+ (Obrázek 13) a vlajkovou lodí mezi dataloggery firmy je VinciLab, datalogger s jemným barevným displejem (Obrázek 13). Systém nabízí i bezdrátová měření skrze bezdrátové rozhraní WiLab. Nabídka čidel je relativně široká, přes 50 možností, některá z rozhraní pak umí pracovat i s čidly firmy Vernier, což možnosti systému dále rozšiřuje. Pěkným čidlem je plynový chromatograf, který za nevelké peníze (cca 5 000 Kč) umožňuje dělení některých směsí, např. směsí propanu a butanu. Rozsah detekovatelných a dělitelných látek a možnosti nastavení, např. oproti plynovému chromatografu od firmy Vernier, jsou omezené, ale o principech plynové chromatografie nám je uvedené čidlo schopno povědět mnohé. Více

informací lze nalézt na stránkách výrobce – <http://cma-science.nl/> a distributora v ČR, firmy Cotrex (<http://www.cotrex.cz/>).

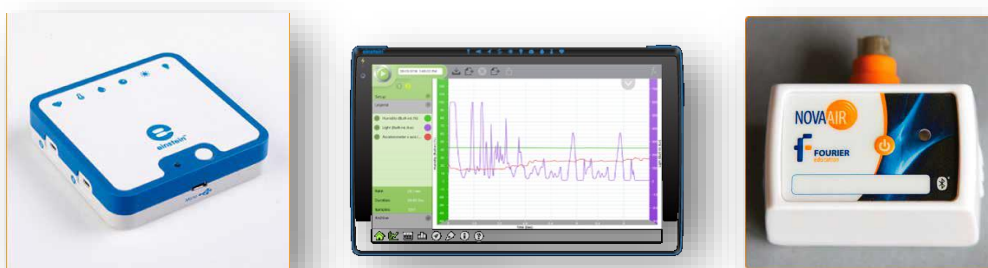
Zástupcem výrobce školních měřicích systémů české provenience je systém **EdLaB**, což znamená Educational Laboratory Board. Na našem trhu je systém od roku 2009. Výrobce i distributorem je firma Connexia electric, s. r. o. Informace o systému lze získat ze stránek www.edlab.cz, z uvedené stránky lze stáhnout jak aktuální software, tak i některé experimenty (oproti registraci), jejich nabídka je ale zatím spíše chudší. Systém nabízí přes 30 čidel vlastní výroby, ale jeho silnou stránkou je, že dovoluje přes adaptér připojit také čidla firem Vernier a CMA, což velmi rozšiřuje možnosti systému. Čidla jsou zatím



Obrázek 14: Školní měřicí systém EdLaB, zleva rozhraní pro spojení čidel a PC, čidlo redox potenciálu a čidlo pH
Zdroj: <http://www.edlab.cz/katalog> ze 6.5. 2019

připojitelná pouze přes USB, bezdrátové měření zatím není možné. Pro připojení firma nabízí rozhraní EdLaB s 6 analogovými a 2 digitálními vstupy. Ačkoliv se na první pohled zdá, že jde o jakousi desku s napájenými kontakty, jde o poctivý kus hardwaru a firma věří v jeho robustnost a nerozbitnost. V nabídce systému není žádný datalogger s autonomním displejem, měření lze tedy realizovat pouze prostřednictvím počítače anebo tabletu (s USB vstupem). Dodávaný software EdLab nabízí klasické a běžné funkce, tedy nastavení a ovládání měření, autodetekce čidla, kalibrace čidel apod., a omezeně zpracovávat data (<http://www.edlab.cz/software>). Software je nicméně dostupný zdarma, a tak mu omezenější možnosti ve zpracování dat, např. ve srovnání se softwary větších výrobců, nelze vůbec vyčítat. Podporovanými operačními systémy jsou Windows XP a vyšší a také distribuce Linuxu Ubuntu (11.04 a vyšší) a EdUbuntu. Systém asi zatím nemá takovou sílu jako desetiletí zavedení výrobců, ale skutečnost, že jde o systém českého původu a výrobce se snaží o jeho podporu a další vývoj a rozvoj, včetně implementace nových funkcí a reakcí na nové požadavky uživatelů a také na feedback uživatelů, a v neposlední řadě přijatelná cena, to vše říká, že si systém zaslouží pozornost i své místo na slunci.

Posledním v této práci představeným systémem, který lze na českém trhu koupit, je produkt další izraelské firmy Fourier Education a jmenuje se **Platforma einstein**. Více lze o systému nalézt na webových stránkách einsteinworld.com a fourieredu.com (stránky výrobce) anebo na webových stránkách distributora v ČR einsteinworld.cz a fourieredu.cz. Distributorem systému v ČR je firma Moravia Europe, spol. s r. o. a systém je na trhu od r. 2013. Ačkoliv systém je poměrně nový, zmíněná izraelská firma se výrobou školních měřicích systémů zabývá již mnoho let a nová platforma je spíše výsledkem dlouhodobé evoluce nežli náhodným výkřikem firmy snažící se „upíchnout“ svůj produkt vytvořený na zelené louce do nenasyčeného trhu. Ostatně, je to znát i z počtu senzorů, propracovaných rozhraní, software atd. Systém nabízí více než 65 senzorů, díky čemuž konkuruje oběma patrně v ČR



Obrázek 15: Komponenty systému einstein, zleva rozhraní k propojení PC a čidla s vestavěnými senzory LabMate+, datalogger Tablet+2 a bezdrátové rozhraní NovaAir

Zdroj: <http://einsteinworld.com/product/einsteintablet2/>, <http://www.fourieredu.cz/cz/kategorie/22-einstein-labmate>, <http://www.fourieredu.cz/en/category/12-data-loggers> ze dne 7. 5. 2019

nejzavedenějším systémům. Provedení senzorů je kvalitní a robustní. Měřit a připojovat se lze přes USB i bezdrátově (NOVA Air, LabMate II+), prostřednictvím několika rozhraní a datalogerů (NOVA5000, MultiLogPro, EcoLogXL). Zajímavostí je pak poměrně univerzální rozhraní LabMate+, umožňující jak bezdrátové (bluetooth), tak USB spojení s PC a tablety (iOS i Android), s 6 vestavěnými senzory, které vydrží až 24 h měření. Ohledně připojení k tabletům, systém nejenom umožňuje instalaci svého softwaru pro tablety jiných společností, ale přichází také s tabletem vlastním – Tablet+, který nabízí 8 vestavěných senzorů a připojení k dalším senzorům firmy. Software dle specifikací nabízí podobné funkce jako aplikace jiných výrobců, včetně analýzy a zpracování dat. Sympatické je, že software je nabízen zdarma, a to nejen pro mobilní zařízení, ale také pro PC (Windows, Linux) a Mac (MacOS). Ani tento systém zatím není v ČR příliš rozšířen, proto lze těžko posoudit jeho kvalitu a možnosti. Nicméně pokud bude software a měření fungovat dobře a bude zachována jeho variabilita na různých platformách a OS, není pochyb, že z Platformy einstein se stane jeden z nejvýznamnějších konkurentů více etablovaných školních měřicích systémů. Oproti některým stávajícím systémům ještě u Platformy einstein není dostupná tak široká podpora ve formě didaktických materiálů (námětů na experimenty, videa



Obrázek 16: Čidla měřicího systému *einstein* – zleva pH sensor, EKG sensor a senzor pro měření koncentrace Cl^-
 Zdroj: <http://einsteinworld.com/product/ph/>, <http://einsteinworld.com/product/ekg/>, <http://einsteinworld.com/product/chloride-sealed-electrode/> ze dne 10. 4. 2015

experimentů, metodické listy, pracovní listy atd.) v českém jazyce. Je to ale možná zatím otázka času, něco málo na stránkách distributora dostupné je a snad se tato sekce rozroste.

Výzkumy zaměřené na využití školního měřicího systému ve výuce

Školní měřicí systémy si zatím nachází místo v českých školách jen velmi pomalu a jejich rozšíření je oproti jiným druhům techniky, např. interaktivním tabulím, stále spíše sporadické. Přitom počátky jejich implementace v zahraničí sahají již do konce 70. let a do počátku 80. let minulého století (Hood, 1994; Lam, 1983; Woodard, Woodard, & Reilley, 1981). V ČR se pak školní měřicí systémy začínají implementovat do výuky v 90. letech minulého století, zejména ve spojení s nástupem ryze českého systému ISES, např. (Lustig et al., 1992). V 90. letech 20. století se jimi v oblasti chemie začali zabývat M. Bílek (Bílek, 1992, 1993, 1997) či D. Kričfaluši (Kričfaluši, 1998, 2004) a v novém tisíciletí pak P. Šmejkal a E. Stratilová Urválková (Šmejkal & Stratilová Urválková, 2008, 2012; Urválková, Šmejkal, & Čtrnáctová, 2005). V sousedním Slovensku se využitím měřicích systémů ve výuce chemie dlouhodobě zabývá např. M. Skoršepa (Skoršepa, 2001, 2015; Skoršepa & Melicherčík, 2003; Skoršepa & Šmejkal, 2015) a dále také V. Gašparík, M. Prokša, A. Tóthová a další (Gašparík & Igaz, 2012; Gašparík, Prokša, Javorová, & et al., 2012; Jenisova & Braniša, 2013; Tóthová & Prokša, 2003). V zahraničí, v USA a dalších západních zemích, jsou školní experimentální systémy známy již od konce 70. let 20. století, kdy se začala myšlenka zapojení počítačových systémů speciálně vytvořených na podporu přírodovědného vzdělávání rozvíjet (Hood, 1994). Nedlouho poté se experimentální systémy staly tématem pedagogických výzkumů zaměřených na kvalitativní i kvantitativní stránku systémů (Woodard et al., 1981); nepřekvapí, že i zde převládají výzkumy v oblasti fyziky. Výzkumy se zprvu zaměřovaly na technickou stránku věci, např. (Lam, 1983; Sneider & And Others, 1986; R. F. Tinker, 1985a), později spíše na pedagogický efekt (Brasell, 1987; Thornton, 1986; Wiser, 1987).

Porovnáním klasických laboratorních cvičení a MBL (ŠMS) se zabývali např. američtí didaktici fyziky Thorton a Laws (Laws, 1991; Thornton, 1989) nebo skupina na Kalifornské univerzitě v Berkeley (Linn, 1988; Nachmias & Linn, 1987; Stein, 1987). Většina výzkumů ukazuje, že počítačem podporované experimenty např. pomáhají rozvíjet abstraktní myšlení (Hamne & Bernhard, 2001; Thornton & Sokoloff, 1990) nebo, že žáci prací se školními měřicími systémy zvyšují své vědecké kompetence (Tinker, 1996).

Robert Tinker (Tinker, 1984) oceňuje u laboratorního cvičení se školními experimentálními měřicími systémy z pohledu kognitivní psychologie několik výhod:

(1) je experimentálně jednoduché, takže např. sběr dat shrnuje několik kroků, které by bylo nutno v neinstrumentálním pojetí provést ručně. To umožňuje žákům soustředit se více na podstatu experimentu a nezahluje paměť a pozornost vedlejšími činnostmi;

(2) rychlá odpověď měřicího systému a jeho záznam souběžně s průběhem experimentu zpřístupňuje data okamžitě v názorné formě, což urychluje zpětnou vazbu a umožňuje bezprostřední interpretaci, případně vyslovování nových hypotéz. Podle Thorntona (Thornton & Sokoloff, 1990) tato okamžitá zpětná vazba měřících přístrojů navíc podporuje skupinové učení, které je pak dalším zdrojem zpětné vazby;

(3) vyšší stupeň přímé zkušenosti, která je dána formou, jakou MBL (ŠMS) prezentují informace. Vizualní zobrazení dat umožňuje využít nejefektivnější smysl, kterým získává člověk informace: zrak. S tím souvisí také jednoduchost transformace dat;

(4) graf jako soubor vhodně uspořádaných dat vyžaduje při interpretaci aktivní zapojení žáka, který jednotlivé informace musí z grafu extrahovat. Zdokonalování ve čtení grafů se pak promítá i ve vnitřní konverzi a pochopení výsledků experimentu. Využití technologických prostředků podobných těm, které žáci znají ze svého běžného života, pak navíc může u žáků zvyšovat zájem a motivaci pro laboratorní práci;

(5) pomineme-li možnost provedení formou demonstračního experimentu, žáci jsou ti, kteří nastavují měření a ovládají přístroj, takže sami ovládají i způsob, jakým se učí. Orientace úloh na žáka (student-centered) a atraktivita dále umožňuje také slabším žákům aktivně se účastnit nejen vlastního měření, ale i následného vyhodnocení dat a diskuse.

Výše rozpoznané výhody tvoří předmět mnoha výzkumů věnujících se relevantnosti a efektivitě počítačem podporovaných experimentů. Sběr dat a jejich současnou vizualizaci „v reálném čase“ ve srovnání s tradičním „neinstrumentálním“ provedením pozitivně

hodnotí např. Svec, Naklehová nebo Russell (Nakhleh, 1994; Russell, Lucas, & McRobbie, 2003; Svec, 1999). Celkově lze říci, že ve fyzice byly výzkumy na sledování schopnosti číst grafy velmi oblíbené, zvláště pak výzkumy, ve kterých se používalo pohybové čidlo. Několikrát se rovněž potvrdilo, že měřicí systémy s okamžitou grafickou odezvou mohou u žáků velmi přispívat ke zvýšení schopností pochopit a správně interpretovat získané grafy (Barton, 1997b; Brasell, 1987; Mokros & Tinker, 1987). Právě bezprostřední grafická odezva je pro žáky nejen zajímavá, ale také přínosná i pro pochopení podstaty sledovaného jevu nebo procesu.

Počítačem podporované experimenty byly zkoumány i z pohledu žáků na jejich implementaci a navzdory většině kladných (Aksela, 2005; Espinoza & Quarless, 2010; Šmejkal & Stratilová Urválová, 2012) byly identifikovány i negativní ohlasy. H. Y. Atar (Atar, 2002) zjistil během výzkumných rozhovorů se žáky, že někteří mají obavy z používání technologií jako takových, jiným se zase výsledky prezentované touto technologií jeví jako nesrozumitelné. Je pochopitelné, že někteří žáci potřebují větší pomoc učitele. Podobné námitky se vyskytují rovněž v práci Akselové (Aksela, 2005), kdy si někteří žáci stěžovali na složitost a nejasnost práce, na náročnost práce s počítačem nebo měřicím systémem. Nutno dodat, že v tomto výzkumu žáci realizovali badatelsky orientované aktivity. Jednoznačně pozitivní vliv uvedené technologie tak nebyl beze zbytku prokázán a uvedené výzkumy opět ukazují, že bez správné pedagogicky, didakticky, metodologicky a odborně podložené implementace nelze očekávat kýžený efekt (Barton, 1997a; Bernhard, 2003; Hamne & Bernhard, 2001; Kaberman & Dori, 2009; Kennedy, 2001; Liu, 2006; Metcalf & Tinker, 2004; Skoršepa, 2015). Jednou z důležitých složek celého procesu implementace školního měřicího systému do výuky bude z didaktického pohledu nepochybně motivace žáka se ŠMS pracovat a realizovat příslušné úkoly na něj kladené. Motivace je jedním z klíčových stimulů vzdělávacího procesu a procesu učení se, přičemž výhodou je, že jednotlivé složky motivace lze povětšinou celkem dobře ovlivňovat, případně navzájem převádět.

Motivace a motivační orientace

Pojem motivace vychází z latinského slova „movere“, což znamená „hýbat“ nebo „pohybovat“, což naznačuje, že jedná o „sílu“ či „energii“, která člověka nutí k nějaké činnosti či aktivitě. Motivovat pak přeneseně znamená „uvádět někoho do pohybu“ či jinými slovy podněcovat někoho k nějaké činnosti či aktivitě, ale také naopak, někomu zabránit něco konat a reagovat (Nováková, 2013). Vzhledem k tomu, že jde o pojem psychologický,

nemusí se pochopitelně nutně jednat o aktivitu fyzickou. Pojmy motivace a motivovat se přirozeně prolínají téměř všemi obory lidské činnosti, od psychologie, přes sektor lidských zdrojů až po pedagogiku a vzdělávání. I když tyto pojmy vychází ze stejného základu, každý obor s nimi pracuje trochu jinak, a proto v literatuře nacházíme značné množství různých definic a charakteristik a definice uvedených pojmů tak není jednotná. Pavel Hartl (Hartl, 1993) vnímá motivaci následovně: „ ... *pohnutka k jednání, nejčastěji chápána jako intrapsychický proces zvýšení nebo poklesu aktivity, mobilizace sil, energetizace organismu. Projevuje se napětím, neklidem, nečinností, činností k porušení rovnováhy. V zaměření motivace se uplatňuje osobnost jedince, jeho hierarchie hodnot i dosavadní zkušenosti, schopnosti a naučené dovednosti. Za nežádoucí motivaci jsou považovány strach, úzkost, bolest apod.*“, velmi podobně o ní mluví i (Plháková, 2003): „... *souhrn všech intrapsychických dynamických sil neboli motivů, které zpravidla aktivizují a organizují chování i prožívání s cílem změnit existující neuspokojivou situaci nebo dosáhnout něčeho pozitivního.*“ Dle Nakonečného (Nakonečný, 1996) zase pojem motivace značí „...*proces iniciovaný výchozím motivačním stavem, v jehož obsahu se odráží nějaký deficit ve fyzickém či sociálním bytí jedince, a směřující k odstranění tohoto deficitu, které je prožíváno jako určitý druh uspokojení. Výchozí motivační stav charakterizovaný nějakým deficitem lze označit jako potřebu: něco potřebovat znamená mít nedostatek něčeho, resp. udržovat takový stav věcí, který je nezbytný k udržování bezporuchového fyzického či sociálního fungování.*“ Šmahel (Šmahel, 2000) zase uvádí k pojmu motivace následující: „*Organismus vyhledává podněty a situace, které mohou udržet nebo zvýšit stav jeho pozitivního vnitřního napětí a vyladění a tím i motivace. Smysl, význam a hodnotu přisuzujeme lidem, věcem, okolnímu světu v závislosti na tom, jaké pocity, obecně jaké psychické stavy v nás objekty a situace okolního světa vyvolávají.*“.

I v zahraniční literatuře najdeme řadu definic a charakteristik, které se ale, stejně jako ty v literatuře české, víceméně ve svém principu shodují či jsou velmi podobné. Jednu z nejpopulárnějších definic motivace podal americký psycholog P. T. Young (Young, 1961): „*motivation is the process of arousing action, sustaining the activity in progress, and regulating the pattern of activity*“, v českých překladech interpretovaná následovně: „*motivace je procesem vzbuzení nebo podnícení chování, udržení činnosti v běhu a jejího usměrnění do určité dráhy.*“ (Mrkvička, 1971; Partschová, 2015). Dánský psycholog K. B. Madsen navrhl, aby se motivaci rozuměla interakce všech tzv. dynamogenních faktorů, tedy faktorů, které určují energetické charakteristiky chování, jako například sílu akce, její

vytrvalost a podobně (Madsen, 1964; Mrkvička, 1971). Zjednodušeně, motivaci lze tedy chápat jako souhrn vnějších a vnitřních faktorů, které člověka vzbuzují, dodávají mu energii k jednání a prožívání, případně zaměřují jednání určitým směrem (Průcha, Walterová, & Mareš, 2003), případně jako procesy podněcování, podporování a usměrňování činnosti (Skalková, 2007). S ohledem na vzdělávání, motivace žáka, ale nakonec i učitele, je přirozeně významným, ne-li zásadním, faktorem ovlivňujícím efektivitu vzdělávacího procesu. Motivovat je povinností každého članku tohoto procesu, učitele zejména.

Motivace bývá často interpretována pomocí pojmů motiv, stimul, impuls a incentiv (Bedrnová, Nový, & kolektiv, 2002; Šebková, 2011). Motiv můžeme chápat jako konkrétní pohnutku či popud k jednání směřující k uspokojení potřeby, motivaci pak jako soubor těchto motivů. Vzhledem k tomu, že motiv je formou pohnutky, jde o psychologickou příčinu či důvod určitého chování (Bedrnová et al., 2002). Cílem každého existujícího motivu je jeho nasycení, tedy dosažení určitého finálního psychického stavu uspokojení (Bedrnová et al., 2002). Motivy můžeme dle jejich podstaty dělit na biogenní a sociogenní. Biogenní motivy vychází z fyziologie organismu a jsou zodpovědné za jeho biologické přežití. Sociogenní motivy vyjadřují potřeby člověka jako sociální bytosti. (Nakonečný, 1992). Stimul lze pak chápat jako: „...*jakýkoliv podnět, který vyvolává určité změny v motivaci člověka.*“ (Bedrnová et al., 2002). Termíny stimul (a stimulace) nelze zaměňovat s pojmy motiv a motivace. Stimulace vždy vyjadřuje vnější působení na psychiku člověka (Šebková, 2011). Impulsy jsou vnitřní, endogenní, intrapsychické podněty signalizující nějakou změnu v těle nebo mysli člověka (například bolest). Incentivy jsou potom vnější, exogenní, z vnějšku přicházející podněty. (Bedrnová et al., 2002; Šebková, 2011).

Důležitým rysem motivace je, že působí současně ve třech dimenzích – dimenzi intenzity, dimenzi stálosti a dimenzi směru (Bedrnová et al., 2002; Šebková, 2011). Dimenze intenzity charakterizuje úsilí nutné k dosažení cíle, přičemž ji lze vyjádřit mírou zájmu, tedy např.: „chtěl bych“, „chci“, „moc chci“, „jsem schopen čehokoliv, aby ...“. Dimenzi stálosti (či vytrvalosti) lze rozumět jako míře ochoty a schopnosti jedince překonávat nejrůznější překážky k dosažení cíle. Dimenze směru zaměřuje a orientuje činnost jedince, od jiných směrů naopak činnost jedince odvrací. (Bedrnová et al., 2002; Šebková, 2011).

Mezi učením a motivací je samozřejmě úzký vztah (Cook & Artino, 2016) a dokládají to i četné studie prezentované např. McGrewem (DiPerna & Elliot, 2000; Gagné & St Père, 2002; Linnenbrink & Pintrich, 2002; McGrew, 2008b; Parkerson, Lomax, Schiller, & Walberg, 1984; Stinnett, Oehler-Stinnett, & Stout, 1991).

Motivaci lze dělit na vnitřní (intrinsic) a vnější (extrinsic). Stejně jako pro pojem motivace, i pro pojmy vnitřní a vnější motivace najdeme v literatuře řadu definic a charakteristik, opět často s ohledem na obor, kterého se týkají. Obecně lze říci, že vnitřní motivace je motivací pocházející zevnitř člověka a lze ji charakterizovat tím, že činnost vedoucí k uspokojení (naplnění) motivů (motivace) je pro člověka požitekem, zábavou a sebevyjádřením a zajímá se o ni a uspokojuje jí svou zvědavost a zájem. Vnější motivace je motivace vycházející z okolí. Důležitým důsledkem působení této motivace je, že jedinec motivovaný zvnějšku vykonává činnost kvůli dosažení jiného cíle, než je činnost samotná, např. pro dosažení odměny, pochvaly či zvýšení respektu jeho okolí (Amabile, 1993; Hayes & Brejlová, 2003; Mikolášková, Nekužová, & Juříková, 2013; Reiss, 2012) a daná činnost je jen prostředkem daného cíle, jedinec v ní víceméně neshledává zájem nebo potěšení. S ohledem na výuku, vnitřní (primární) motivace žáka je taková pohnutka, kdy se žák učí (věnuje se činnosti) proto, že ho zaujalo dané téma nebo činnost. Hybateli nejsou pak jen pohnutky biologické, ale do určité míry i potřeby duševní (Skalková, 2007). Vnitřní motivace tedy vyplývá převážně z poznávacích potřeb žáka (Hrabal, Man, & Pavelková, 1989). Vnitřně motivovaný žák se tak učí z toho důvodu, že jej vyučované téma či předmět zajímá. Aktivita a nasazení v činnostech, které jsou pro žáka zajímavé, bývá velmi spontánní a vychází z „vlastní vůle“. Žáci se v ní více angažují, obvykle pocítují vnitřní uspokojení a hlavně vykazují vyšší kvalitu porozumění a pochopení souvislostí. Pozitivní je vliv vnitřní motivace na paměťové pochody a na koncentraci, žáci jsou např. méně unavení (Pavelková, 2013). Žák tedy aktivně pracuje, aniž by potřeboval nějaký vnější stimul, příslib odměny nebo trestu. Vnitřní motivace žáka je závislá na tom, zda žák určitou činnost vnímá jako smysluplnou pro něj osobně. Tato motivace se také zvětšuje, pokud se žák aktivně podílí na výběru cílů a metod a hodnocení výsledků (Kalhous & Obst, 2002). Vnější (sekundární) motivací, s ohledem na výuku, pak můžeme chápat jako situaci, kdy se žák aktivně zapojuje do činnosti pod vidinou nějaké odměny, nebo aby se vyhnul trestu. Toto ale vede k tomu, že žák pracuje pouze do takové míry, aby splnil zadané podmínky (Kalhous & Obst, 2002). Vnitřní a vnější motivace bývá často stavěna proti sobě, ve smyslu že vnější motivace „tlumí“ vnitřní motivaci (Pavelková, 2013), skutečnost je ale spíše taková, že se vnější a vnitřní motivace dobře doplňují, zejména v případě plnění náročných a dlouhodobých cílů (E. L. Deci, Vallerand, Pelletier, & Ryan, 1991; Pavelková, 2013). Ve vyučování se ukazuje, že je třeba kombinovat vnitřní a vnější motivaci systémem odměn, ale i ukázáním smysluplnosti a souvislosti vyučovaných skutečností.

Z pohledu učení je vždy efektivnější motivace vnitřní. Jedním z řady důvodů je, že k vytvoření vnější motivace je třeba mnoho práce k vytvoření vnějších podnětů, v případě vnitřní motivace se žák (či jedinec) učí sám od sebe, neboť to samotné jej uspokojuje. Vnitřně orientovaní jedinci mají lepší výsledky v porovnání s jedinci orientovanými vnějšně (Kalhous & Obst, 2002), jiné výzkumy pak dokazují, že vyšší vnitřní motivace vede k vyšší úspěšnosti ve studiu a posléze k lepšímu uplatnění v povolání (Wrzesniewski & Schwartz, 2014; Wrzesniewski et al., 2014). Vnitřní motivace má nejen nejpřímější a veskrze pozitivní dopad na kvalitu učení (Krapp, 1992; Rheinberg, 1985), ale je i velice konstantní a umožňuje neustálou motivaci k učení, která zůstává i po ukončení výukového procesu (Pavelková, 2013). Ukazuje se také, že vnitřní motivaci nelze vnější motivací dostatečně nahradit a rozdíly v úspěšnosti vyrovnat posílenou vnější motivací. Nicméně, vnější i vnitřní motivaci lze regulovat a převádět jednu na druhou. Pěkným příkladem převádění vnitřní motivace na vnější je následující příběh (Dvořáková, 2007): *Na okraji města, v klidné čtvrti, bydlel stařík, který ve svém domečku chtěl prožít v klidu své stáří. Jednoho dne ale na plácek před jeho domem dorazila partička mladých hochů, kteří hráli hlasitou hudbu a vůbec byli hluční, což staříka rušilo. Hoši si bohužel na plácek zvykli a setkávali se na něm minimálně obden. Bylo zřejmé, že prosby staříka, aby byli méně hluční, nevyslyší. Jednoho dne tedy za nimi stařík přišel a povídá jim: „Milí hoši, jsem již starý a osamělý a jsem moc rád, že sem chodíte, děláte mi tak společnost. Rozhodl jsem se vás za to odměnit a pokaždé, když sem přijдете a zahrajete mi, dám vám 100 Kč.“ Stařík jim dal odměnu, hoši byli potěšeni a další dny přišli znova a znova, jako dříve. Stařík jim dal vždy 100 Kč, ale po několika návštěvách jim řekl: „Chlapci, jsem již starý a důchod nemám nejvyšší. Od teď vám nebudu moci dávat více než 50 Kč. Snad vám to nevadí a budete chodit i nadále.“ Chlapci chodili i nadále, než k nim zase po pár dnech stařík přišel a povídá: „Milí hoši, jsem moc rád, že chodíte, ale je konec měsíce, peníze mi dochází. Od teď vám budu dávat za každou návštěvu 10,- Kč.“ To mladíky rozladilo, což dali hned najevo: „Ale dědo, to je hrozně málo, to za tu námahu nestojí, to už si své peníze nech.“ A už nikdy nepřišli! (Dvořáková, 2007).*

Je zřejmé, že převod vnitřní motivace na vnější motivaci je možný, ale stojí mnoho úsilí či prostředků (našeho staříka peněz) a nemusí nutně fungovat či poskytovat jistý výsledek (mohlo se stát, že hoši stejně plácek neopustí). Náš příběh tedy dokazuje, že vnější motivace nemusí být vždy ideálním faktorem. Učitel ve výuce je činitelem, který má v rukou zejména vnější motivaci a může jí, například ve formě známek či své autority, využívat. Je ale optimální, pokud se snaží zároveň používat postupy, v jejich rámci je převáděna vnější

motivace na vnitřní, například implementaci aktivizačních činností a metod (hry, soutěže, řešení zajímavých problémů, vazeb na běžný život, atd. a/nebo komplexnější projektová výuka či badatelsky orientovaná výuka atd. (Maňák & Švec, 2003). Tedy, např. didakticky podloženým využitím hry ve výuce lze žáka hlouběji zaujmout, mobilizovat jeho vnitřní motivaci a jejím prostřednictvím přilákat žákovu pozornost a využít tak jeho autoregulaci v učení ke zvládnutí daného tématu. Je zřejmé, že vhodně volenými didaktickými postupy a vnější motivací lze regulovat a posilovat vnitřní motivaci.

Motivaci a gnozeologii spojuje pojem motivační orientace (Zoldosova & Prokop, 2006) či motivační zaměření. Ta popisuje zdroj(e) motivace jedince, který jej vede k realizaci nějaké činnosti (Linke et al., 2010), někdy je rovněž označována jako „zájem“ (Zacharová & Šimíčková-Čížková, 2011). Často je tato činnost či příslušná orientace spojována s motivací k plnění určitých cílů (cílová orientace; (McGrew, 2008a)), jedná se tedy o soubor určitých cílů, k jejichž splnění je prostředníkem motivace. Žáci se obvykle snaží dosáhnout splnění více cílů. (Ford, 1992) např. uvádí 3 hlavní kategorie individuálních cílů: (i) cíle úkolové (task goals); (ii) cíl sebeprosazení v sociálních vztazích (self-assertive social relationship goals) a (iii) cíl integrace do sociálních struktur (integrative social relationship goals). Úkolové cíle pak lze dle Forda (Ford, 1992) rozdělit do 5 skupin (Mastery – dokonalé ovládnutí, Task creativity, Management, Material gain – hmotný zisk, Safety – bezpečnost). Z pohledu teorie cílové orientace a pohledu úspěchu při plnění cíle (achievement goal orientation) lze tyto cíle rozdělit na výkonové (performance), jež lze dobře charakterizovat otázkami typu: „Budu v tomhle úkolu lepší než ostatní?“ (Covington, 2000; Dweck & Leggett, 1988; McGrew, 2008a) a výukové (poznávací; learning goal orientation). Výukové (poznávací) cílové orientace pak lze charakterizovat otázkami typu: „Naučím se něco nového?“ či „Zvládnou tento úkol?“ Výukové cílové orientace jsou zaměřeny na zvládnutí úkolu a pochopení jeho principů, zvládnutí látky, řešení problémů či rozvoj nových dovedností (Covington, 2000; Eccles & Wigfield, 2002; Kaplan & L. Maehr, 2007; Linnenbrink & Pintrich, 2002; Skaalvik & Skaalvik, 2002). Podobně jako motivaci, i cílovou orientaci (goal orientation) lze dělit na vnitřní a vnější. Vnější cílová orientace je motivace, která vychází primárně z vnitřních pohnutek žáka (zvědavost, soutěživost, cílevědomost, ...; (Chyung, Moll, & Berg, 2010; Pintrich, Smith, Garcia, & McKeachie, 1991)). Vysoký stupeň vnitřní cílové orientace značí, že řešený úkol je pro žáka nejen prostředkem k dosažení cíle, ale i cílem samotným (Pintrich, Smith, et al., 1991; Skoršepa, 2015). Vnější cílová orientace je primárně způsobena vnějšími faktory (vliv učitele, snaha získat pochvalu

nebo odměnu, snaha získat dobrou známku, soutěživost; (Chyung et al., 2010; Pintrich, Smith, et al., 1991)). Vysoký stupeň vnější cílové orientace zase značí, že řešení zadané úlohy není primárním cílem žáka, těmi jsou uvedené vnější faktory (Pintrich, Smith, et al., 1991; Skoršepa, 2015). Výzkumy také ukazují, že žáci s vysokou vnitřní cílovou orientací se snaží o hlubší pochopení úlohy a jsou ochotni obětovat více jejímu zvládnutí než žáci s vysokou vnější cílovou orientací, kteří se naopak snaží používat jiné strategie ke zvládnutí úkolů úlohy jako jsou memorování faktů či hádání (Lyke & Kehaler Young, 2006). Vnitřní cílová orientace také podporuje u žáků vyšší retenci poznatků, jak z krátkodobého, tak dlouhodobého hlediska (Vansteenkiste, Lens, & Deci, 2006). Vztah motivace a motivační orientace je velmi úzký, neboť motivace podporuje (zvyšuje) motivační orientace jako např. ochotu zvládnout úlohu, např. prostřednictvím zájmu, postojů, sebedůvěry či plněním cílů. Každý z těchto faktorů podporuje úsilí úlohu zvládnout, popř. se jejímu řešení vyhnout (Corno et al., 2002).

Cílové orientace jsou často zmiňovány v souvislosti s problematikou učebních strategií a autoregulace učení (T. G. Duncan & McKeachie, 2005; T. Duncan, Pintrich, Smith, & McKeachie, 2015; Pintrich, Smith, et al., 1991; Weinstein, Acee, & Jung, 2011). Na autoregulaci učení lze opět pohlížet z řady perspektiv (Pintrich, 2004). Např. pojem akademická autoregulace učení je založena na základech sociální kognitivní teorie a je zavedena jako *“a way of approaching academic tasks that students learn through experience and self-reflection”* (Pintrich, 1995), tedy volně přeloženo jako *„způsob přiblížení úkolů řešených v akademickém prostředí, jež se studenti učí řešit prostřednictvím vlastní zkušenosti a sebereflexe*. Výzkumy ukazují, že studenti úspěšní v akademické sféře mají a využívají velmi efektivní autoregulační procesy a charakteristiky (Chyung et al., 2010; Pintrich, Smith, et al., 1991). Autoregulace vyžaduje, aby studenti projevovali aktivitu s ohledem na jejich chování ve vzdělávacím procesu nebo na strategie dosažení vlastních cílů (Cleary & Zimmerman, 2004), přičemž autoregulační procesy jsou ovlivněny cílovými orientacemi studentů. Kromě dalších, jinou významnou složkou autoregulace učení je sebeúčinnost (self-efficacy). Sebeúčinnost lze chápat jako víru jedince ve vlastní schopnost organizovat a provádět soubory činností potřebných ke zvládnutí pro jedince perspektivních situací či jinými slovy jako *„přesvědčení lidí o jejich schopnostech nutných k dosažení určitých výkonů“* či také vnímaná osobní zdatnost (Bandura, 1994, 1995; Pintrich et al., 1991; Smetáčková, 2018). Zcela odpovídající český překlad, podobně jako u pojmu MBL, zatím neexistuje, v odborné literatuře najdeme označení jako osobní zdatnost, vnímaná

osobní účinnost, obecná vlastní efektivita, sebeúčinnost atd., někteří autoři také používají i v českém jazyce původní termín self-efficacy (Smetáčková, 2018). V rámci této práce bude z praktických důvodů, v návaznosti na další publikace autora, využíván termín „sebeúčinnost“. Vysoká míra sebeúčinnosti v učení pomáhá studentům/žákům prosazovat cíle dané vnitřní cílovou orientací a dává sílu pokusit se překonat i obtížné úkoly. Studenti s vysokou sebeúčinností dosahují lepších studijních výsledků v testech, volí si technicky zaměřené obory (Hoffman, 2010; Pajares & Graham, 1999) a jsou ve studiu úspěšnější než ti se sebeúčinností nízkou (Al-Alwan, 2008). Další složkou autoregulačního procesu je vědomí vlastní zodpovědnosti v učení se. Ta vyjadřuje přesvědčení žáka, že jeho úsilí při učení se, vyplývající z jeho zodpovědného postoje k této činnosti, bude vést k pozitivnímu výsledku (Pintrich, Smith, et al., 1991). Kvalita výsledku učení se je tedy podmíněná úsilím vynaloženým žákem, tedy vnitřním faktorem, což obvykle vede k efektivnějším strategiím v rámci realizace vlastní výuky. Komponent autoregulace učení je samozřejmě celá řada, např. obavy, kritické myšlení atd. (Pintrich, Smith, et al., 1991). V rámci této práce tyto komponenty autoregulace, motivace a učebních strategií ale zkoumány nebyly, i když i jejich testování by zajisté přineslo zajímavé výsledky. Nicméně, z uvedených důvodů nebudou v rámci této kapitoly tyto faktory podrobněji rozebírány.

Za všech okolností je zřejmé, že motivace a související faktory mají značný vliv na efektivitu učení. Její hodnocení pomocí vhodných nástrojů, které jsou v psychologii a sociologii velmi dobře etablovány (E. Deci, Koestner, & Ryan, 1999; Pintrich, Smith, et al., 1991; Ryan, 1982), může napomoci v hodnocení procesů, faktorů nebo i technologií (např. ŠMS), které výuku provází či podporují a napomoci tak jejímu zefektivnění.

Badatelsky orientovaná výuka

Jak bylo již zmíněno, experiment je v přírodních vědách nedílnou součástí procesu výuky, na všech stupních škol. Nezřídka je ovšem žákům předkládán ve formě, která nevyužívá veškerý potenciál experimentu a nerozvíjí dostatečně a v dostatečné míře více kompetencí, než by bylo možné. Příkladem mohou být například některé pracovní listy typu „kuchařka“, které žákům pouze reprodukují samotné instrukce k provedení úlohy, a které žáci většinou slepě následují, bez projevu vlastní iniciativy. Důraz je kladen pouze na výsledek, který potvrzuje projev nějakého jevu či skutečnosti, a úspěšnost, či neúspěšnost, jeho reprodukce bývá jediným základem hodnocení žáka. Málokdy je kladen důraz na metodologii práce, správnou interpretaci výsledků a důležité souvislosti, případně další znalosti či dovednosti, které z realizace experimentu vychází. Žáci pak nejsou příliš vedeni k tomu, aby nad

samotným experimentem přemýšleli, aby ho hodnotili a detailněji sledovaly faktory, které mohou experiment i jeho výsledek ovlivnit, nefixují si principy vědecké práce. To v budoucnu může být omezující, např. při hodnocení důkazů a jejich povahy, při interpretaci dat žákem a v komunikaci, zejména s ohledem na jeho vyjadřování a schopnosti argumentovat. Dále také ve schopnosti kritického a věcně podloženého hodnocení výsledků někoho jiného nebo při hodnocení efektivitu a vlastností nějakého, často obchodního, produktu, taktéž je potlačeno kritické myšlení. Žáci jsou v takových experimentech obvykle převážně motivováni jen prostřednictvím vnější motivace a potenciál vnitřní motivace zůstává nevyužit, což zbytečně snižuje efektivitu vzdělávacího procesu. Pokud máme zájem experiment ve výuce využít efektivněji, i s ohledem na jeho další aspekty a možnosti, zejména pak podpořit vlastní aktivitu žáka a využít jeho potřebu (motivaci) zkoumat, lze jej využít s ohledem na principy tzv. badatelsky orientované výuky (BOV; např. (Dostál, 2015; Papáček, 2010b, 2010a)). Možností, jak charakterizovat BOV je celá řada (Dostál, 2015). Např. Petr (Petr, 2010) ji chápe jako: *„Badatelsky orientované vyučování je způsob vyučování, při kterém se znalosti budují během řešení určitého problému v postupných krocích, které zahrnují stanovení hypotézy, zvolení příslušné metodiky zkoumání určitého jevu, získání výsledků a jejich zpracování, shrnutí, diskuzi a mnohdy i spolupráci s kolegy-žáky.“* Papáček (Papáček, 2010b) zase říká, že: *„Badatelsky orientované vyučování je jednou z účinných aktivizujících metod problémového vyučování a vychází z konstruktivistického přístupu ke vzdělávání. Učitel nepředává učivo výkladem v hotové podobě, ale vytváří znalosti cestou řešení problému a systémem kladených otázek (komunikačního aparátu). Badatelsky orientované vyučování využívá různých vyučovacích strategií... Základní charakteristika badatelsky orientovaného vyučování zahrnuje následující znaky: žáci si kladou badatelsky orientované otázky, žáci hledají důkazy, žáci formují objasnění na základě důkazů, žáci vyhodnocují objasnění s možností využití alternativ v objasňování, žáci komunikují a ověřují objasnění.“* Další z charakteristik vnímá BOV jako pojetí výuky, kde řešení problémů sehrává významnou roli, ale jedná se o širší chápání přesahující problémovou výuku a mající odlišné cíle, např. dle National Research Council (National Research Council, 2000) je BOV: *„Badatelsky orientovaná výuka má následující charakteristiky: žáci se zabývají vědecky orientovanými otázkami (scientifically oriented questions), žáci dávají přednost důkazům, které jim umožňují objevovat řešení, vyhodnocovat možná vysvětlení vědecky orientovaných otázek, žáci formulují vysvětlení na základě důkazu, žáci zvažují alternativní vysvětlení, studenti komunikují a zdůvodňují návrhy vysvětlení (řešení).“*

Z řečeného tak vyplývá, že BOV je komplexním výukovým postupem, existujícím v řadě modifikací a konkrétních postupů, při němž se uplatňuje řada aktivizujících metod, z nichž důležitou roli hraje vlastní aktivní zkoumání žáka a jeho interpretace výsledků experimentu. Lze říci, že obecně se v BOV objevují procesy stanovení problému (často vhodnou motivační formou), vyhledávání informací, stanovení a experimentální ověřování hypotéz, plánování výzkumu, vlastní experimentální činnost žáků, tvorby modelů, tvorby závěrů, diskuse a další (Čtrnáctová, Cídllová, Trnová, Bayerová, & Kuběnová, 2013). BOV bývá obvykle považována za časově náročnější formu výuky, zejména ve srovnání s klasickou výukou frontální, a bývá jí to často i vyčítáno. V tomto ohledu je ale nezbytné si uvědomit, že během badatelsky orientované výuky bývají rozvíjeny i další kompetence, a získávány další dovednosti a znalosti (návrh aparatury, hodnocení vlivů prostředí, ...), které v klasické frontální výuce (a při realizaci „kuchařkových“ experimentů) rozvíjeny nejsou. V tomto ohledu tedy BOV nijak nevybočuje z řady jiných postupů orientovaných na žáka, které jsou obecně časově náročnější jak na přípravu, tak realizaci, ale rozvíjena je nejen kompetence k učení.

Koncepce badatelsky orientované výuky není nová a s náznaky principů výuky založené na objevování se setkáváme v celém průběhu minulého století. Například Schwab (Schwab, 1962) se domnívá, že v řadě případů by bylo výhodné, kdyby experimentální a praktická činnost předcházela teoretickou výuku s tím, že funkcí takto chápaného laboratorního cvičení by mělo být zejména poskytnutí dostatečného množství příležitostí na bádání a objevování. Schwab zároveň zmiňuje tři úrovně instrukcí pro takovou laboratorní aktivitu: (1) instrukce žákovi prezentují nejen samotný problém, ale i způsoby, jejichž prostřednictvím lze nalézt nové a nepoznané souvislosti, (2) v instrukcích je formulován pouze samotný problém, ale jeho ostatní aspekty a rovněž také možné způsoby a metody řešení problému nejsou sděleny a jsou v kompetencích žáka, (3) instrukce jen definují zkoumaný jev, ale všechny související otázky a dokonce ani samotný problém, stejně tak jako metody řešení, jsou v kompetenci žáků.

Z uvedeného je zřejmé, že BOV není z hlediska učení jednoznačně definovaným konceptem, ale spíše komplexním výukovým postupem, který v různé míře zahrnuje různé metody výuky a didaktické a psychologické principy a jevy (např. ovlivnění motivace). Dle míry zapojení žáka a míry zahrnutí jeho schopností pro řešení úlohy Banchi a Bell rozlišují čtyři úrovně bádání (Banchi & Bell, 2008):

1. Potvrzující bádání (Confirmation inquiry) – podstatou je ověření nebo potvrzení dopředu známých výsledků demonstrujících některé jevy, zákonitosti nebo teorie. Potvrzující bádání se příliš neliší od „kuchařkového“ experimentování.
2. Strukturované bádání (Structured inquiry) – žák hledá odpovědi na učitelem zadané otázky dle dopředu přiloženého postupu, některé části postupu (např. potřebné vybavení, koncepce experimentu, forma interpretace dat atd.) však žák nezná a musí je vymyslet a ověřit.
3. Nasměrované bádání (Guided inquiry) – žák hledá prostřednictvím vlastní výzkumné činnosti a dle jím stanoveného postupu odpovědi na otázky zadané učitelem.
4. Otevřené bádání (Open inquiry) – žák si sám formuluje problém a na základě vlastních postupů jej, bez významnější pomoci učitele, řeší.

Tabulka 1: Úrovně bádání dle míry zapojení žáka během BOV (dle Banchi & Bell, 2008)

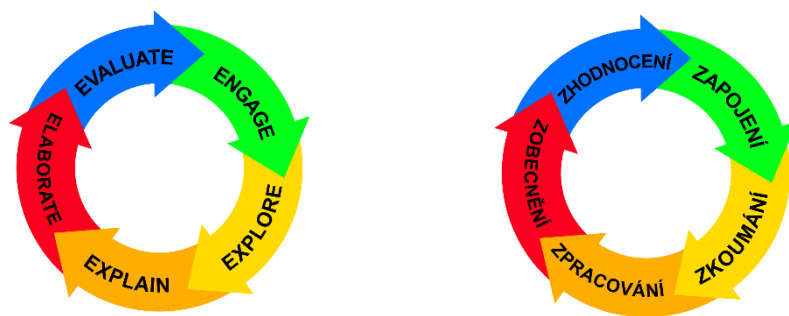
Úroveň BOV	Otázky stanoví ...	Postup stanoví ...	Řešení je známo?
Potvrzující	učitel	učitel	ano
Strukturované	učitel	učitel	ne
Nasměrované	učitel	žák	ne
Otevřené	žák	žák	ne

Jak by měla badatelsky orientovaná výuka vypadat v praxi je samozřejmě, vzhledem k již zmíněné komplexnosti tohoto způsobu výuky, otázkou, byť je zřejmé, že by měla nějak reflektovat způsob, jakým pracují skuteční vědci. Výuku s využitím BOV tak lze vyjádřit pomocí různých modelů, které lze nicméně všechny považovat za variace tzv. cyklu učení (Čtrnáctová et al., 2013; Čtrnáctová & Mokrejšová, 2013; Tým projektu ESTABLISH, 2010). Z tohoto pohledu je didaktiky velmi dobře akceptován pětifázový učební cyklus nazvaný 5E (Bybee et al., 2006) dle názvů jednotlivých fází procesu (Engage, Explore, Explain, Elaborate, Evaluate). Někdy tento cyklus bývá rozšířen o fázi „Extend“ („rozšíření“), pak se nazývá 6E (dle (Čtrnáctová et al., 2013; Llewellyn, 2002). V českém jazyce se pro tento cyklus vžil termín „5Z“, neboť všechna uvedená anglická slova lze přeložit na české ekvivalenty začínající písmenem „Z“ (Čtrnáctová, Teplá, & Čtrnáctová, 2015; Zámečníková, 2016). Jednotlivými fázemi výuky pak jsou:

- 1) Zapojení – je vzbuzen zájem žáků o dané téma, například vyvoláním zvědavosti s využitím daného tématu, využitím některých aktivizačních prvků apod. Je žádoucí využít předchozích znalostí žáků v rámci daného tématu.

- 2) Zkoumání – žáci kladou otázky, vytváří a rozvíjí hypotézy, bez větších zásahů učitele, shromažďují údaje o daném tématu, navrhují experimenty a realizují pozorování, vedou si záznamy.
- 3) Zpracování – zpracovávají a interpretují se data, hodnotí důkazy, vede se diskuse spojená s bádáním.
- 4) Zobecnění – žáci zobecňují získané poznatky na další situace, mohou ověřovat jejich platnost, učitel se zobecněním pomáhá rozšířením aplikace důkazů na nové situace.
- 5) Zhodnocení – žáci zhodnotí výsledky, komunikují, učitel klade doplňující otázky, případně se snaží, aby žáci využili nabyté znalosti k interpretaci dalších jevů a problémů, hodnotí průběh výuky a přínosy a případné chyby žáků.

Schematicky je učební cyklus 5E (5Z) znázorněn na obrázku 17.



Obrázek 17: Schéma cyklu učení dle modelu 5E (5Z) badatelsky orientovanou výuku; dle (Čtrnáctová et al., 2013; Zámečnicková, 2016)

Výhody badatelsky orientovaných aktivit demonstrovali např. (Hofstein & Lunetta, 1982, 2004) nebo (Minstrell & Kraus, 2005), kteří ukázali, že laboratorní aktivita upravená tak, aby zahrnula výzkumně orientovaný záměr, má značný potenciál podpořit proces učení. Rokos a Vomáčková (Rokos & Vomáčková, 2017) zase ukázali, že výuka s prvky BOV má pozitivní vliv na úroveň badatelských dovedností žáků a zlepšuje dovednostní schopnosti žáků. Školní experimentální systémy díky své podstatě „měření jinak neviditelného“ a díky své šíři a dalším vlastnostem poskytují široký prostor pro aplikaci téměř neomezeného spektra badatelsky orientovaných aktivit. Ukazuje se také, že žáci tuto aplikaci vítají, např. využití školních měřicích systémů v souvislosti s badatelsky orientovanými aktivitami motivovalo žáky k zapsání takto orientovaných kurzů (Barnea, Dori, & Hofstein, 2010). Současným využitím ŠMS a BOV se již zabývala řada autorů (Aksela, 2005; Espinoza & Quarless, 2010; Tortosa Moreno, 2012). Kombinace obou přístupů vesměs přináší pozitivní výsledky a ukazuje se, že uvedený přístup vede k aktivizaci žáků a rozvoji jejich kompetencí.

Projekt COMBLAB

Zmíněný potenciál využití školních měřicích systémů a případně badatelsky orientované výuky ve výuce na středních a základních školách je předmětem zájmu didaktiků celého světa. Zdá se, že jejich implementace by mohla přispět k řešení některých problémů a potřeb, s nimiž se výuka přírodních věd v současnosti potýká. Část z nich již byla zmíněna v rámci předchozích kapitol, jedná se například (Skoršepa, Tortosa Moreno, Urban-Woldron, Stratilová Urválková, & Šmejkal, 2013):

- 1) Počítače a další podobná zařízení a technologie a k nim připojené senzory se používají v běžném životě a práci, proto je velmi žádoucí, aby si žáci osvojili principy práce s uvedenými technologiemi během jejich výuky a studia na základních i středních školách.
- 2) Žáci dosahují poměrně nízké úrovně přírodovědné gramotnosti, kterou je nepochybně žádoucí zvýšit (např. Kmeťová, 2010).
- 3) Většina učitelů neumí používat efektivně školní měřicí systémy v praxi.
- 4) Měření prostřednictvím školních měřicích systémů, na rozdíl od řady jiných přístupů, poskytuje možnost rychlého získávání a vizualizace experimentálních dat, zároveň umožňuje snadné a rychlé zpracování, čímž dává čas k jejich interpretaci a možnost hlubšího zaměření učitele na téma více než na samotné měření.
- 5) Zvýšení schopnosti žáků při získávání, zpracování a interpretaci dat, jak ve formě grafů, tak tabulek apod. Výsledky šetření PISA ukazují, že tato dovednost je u žáků na nízké úrovni (Spodniaková Pfefferová, Kmeťová, Raganová, Holec, & Hruška, 2010).
- 6) Neexistuje dostatek vhodných didakticky podložených výukových a metodických materiálů a koncepcí pro výuku s využitím ŠMS na základních a středních školách.

Z uvedených důvodů, víceméně platných ve značné části zemí EU, byl konsorciem didaktiků chemie z různých zemí komisi EU předložen a vzápětí realizován projekt nazvaný COMBLAB. Projekt COMBLAB byl mezinárodním evropským projektem podporovaným programem Comenius Multilateral Projects (2012-2014) agenturou EACEA (Education, Audiovisual & Culture Executive Agency). Projekt vystupoval pod číslem 517587-LLP-1-2011-ES-COMENIUS-CMP. COMBLAB je zkratka složená z anglických slov – Competencies for MBL Laboratory (Kompetence v MBL laboratoři – volně tedy přeloženo „Kompetence (žáků) v laboratoři podporované počítačem nebo školními měřicími systémy“). Hlavním cílem projektu bylo po dobu jeho řešení poskytnout podporu pro

zavádění a využívání školních měřicích systémů ve výuce chemie, a to jak na technické, tak didaktické úrovni. Projekt se snažil podporovat výuku s využitím školních měřicích systémů jak na střední, tak základní škole. Cíle projektu lze shrnout do následujících oblastí:

- 1) Snaha poskytnout učitelům nástroje pro zavádění ICT a školních měřicích systémů do výuky přírodovědných předmětů a jejich prostřednictvím posílit rozvíjení klíčových kompetencí žáků.
- 2) Vytvořit a výzkumem ověřit řadu výukových materiálů a metodiky k jejich používání, které se budou svým pojetím snažit rozvíjet klíčové kompetence u žáků prostřednictvím využívání školních měřicích systémů.
- 3) Sdílet výsledky a produkty vytvořené všemi členy zúčastněnými v projektu a sdílet a propagovat tyto výsledky mezi všemi partnery projektu.
- 4) Vytvořit komunitu učitelů a výzkumných pracovníků z různých škol i zemí zúčastněných v projektu a sdílet v rámci této komunity vzájemně své výsledky, poznatky, znalosti a zkušenosti.
- 5) Pokusit se navázat kontakt s autoritami a organizacemi, které by mohly podpořit zavádění výsledků projektu i samotných školních měřicích systémů do výuky přírodovědných předmětů. Podpořit další vzdělávání stávajících pedagogických pracovníků v používání školních měřicích systémů.

Projektu se účastnilo zhruba 15 didaktiků z 6 evropských univerzit a 5 zemí: Autonomní univerzita v Barceloně (Španělsko, koordinátor projektu), Univerzita Karlova (Česká republika), Vídeňská univerzita (Rakousko), Univerzita v Barceloně (Španělsko), Univerzita Mateja Bela (Banská Bystrica, Slovensko) a Helsinská univerzita (Finsko).

V uvedeném projektu participoval, jako hlavní řešitel za ČR, autor této práce. Značná část dat prezentovaných v této práci byla získána právě v rámci uvedeného projektu, což se v řadě kapitol práce bezpochyby odráží v některých souvislostech a logických návaznostech, které by na první pohled nemusely být zřejmé. Z uvedeného důvodu je kapitola zaměřená na projekt COMBLAB zařazena do této práce.

Cíle práce

Školní měřicí systémy, a podobně i badatelsky orientovaná výuka, mají nepochybně ve výuce své místo. Ale stejně jako v případě ostatních technologií, nebo i výukových přístupů, jejich hladkému zavádění do výuky brání řada faktorů, z nichž některé jsou zřejmé (často například nedostatek metodických a výukových materiálů pro výuku), jiné jsou stále předmětem dalšího výzkumu a diskuse. Řada výzkumů dokládá pozitivní efekt, který má zařazení školních měřicích systémů do výuky, a podobně také implementace badatelsky orientované výuky. Přesto existuje řada otázek, které v daných souvislostech zůstávají nezodpovězeny. Vzdělávání má obvykle silně regionální charakter a je otázkou, zda úspěšný přístup použitý v jedné zemi či regionu bude perspektivní i v zemi jiné. Dalšími otázkami je, jak technologii obecně akceptují žáci a jak učitelé a zda je tato akceptace diferenciována či nikoliv, zda jsou žáci či učitelé v implementaci technologie, ale i výukových metod, motivováni stejně anebo zda technologii nepřijímají kladně jen někteří technicky zaměřeni jedinci a zbylá většina nezůstává lhostejná. Obecně je v případě implementace jakékoliv technologie žádoucí znát, jaké faktory jsou hlavními překážkami v její aplikaci, školní měřicí systémy samozřejmě nevyjímaje.

Tato práce si proto klade za cíl nalézt odpovědi a částečně i řešení výše nastíněných otázek. Zejména tak cílí na vývoj a tvorbu výzkumem podložených výukových materiálů pro práci se školními měřicími systémy, mj. také s využitím principů badatelsky orientované výuky. Tyto výukové materiály budou ověřeny a na základě této evaluace bude posouzena vhodnost jejich využití ze strany žáků a učitelů ve výuce na střední škole. Prostředkem tohoto hodnocení budou dotazníková šetření a kvalitativní výzkum zaměřené na motivaci žáků při práci s vytvořenými aktivitami a školními měřicími systémy a dále na analýzu jejich názorů a hodnocení vytvořených aktivit. Dotazníková šetření se také zaměří na postoje a názory žáků a učitelů na práci se školními měřicími systémy, zejména na zjištění, zda podporují či nepodporují jejich implementaci do výuky. V rámci těchto šetření budou analyzována získaná data se snahou identifikovat faktory, které by mohly implementaci školních měřicích systémů ovlivňovat.

Použité metody

S ohledem na splnění cílů práce bylo využito několik metod z oblastí kvalitativního a zejména kvantitativního výzkumu, které společně dotvářely komplexnější obraz aspektů ovlivňujících zavádění školních měřicích systémů do výuky.

Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků v laboratorním cvičení

Cílem dílčího kvalitativního výzkumu zaměřeného na analýzu dotazů žáků během laboratorního cvičení bylo identifikovat hlavní obtíže a překážky vyplývající z práce se školními měřicími systémy a velmi zhruba kvantifikovat jejich poměr vůči jiným obtížím, které se objevují během laboratorního cvičení a nesouvisejí s prací se ŠMS. Samotná analýza byla realizována v souladu s metodikou uvedenou v práci P. Gavory (Gavora, Jůva, & Hlavatá, 2000). S ohledem na realizaci výzkumu se šetření zúčastnili žáci všeobecného gymnázia, kteří absolvovali v rámci tzv. Projektového týdne dva bloky laboratorního cvičení vždy o délce 5,5 hodin. Tématy jim navržených projektů byly 1. Analýza kolových nápojů, 2. Analýza rostlin a léčiv, 3. Analýza barviv v potravinách a 4. Analýza minerálních a vodovodních vod. Využívanými instrumentálními metodami byly potenciometrie (měření pH a ISE, potenciometrická titrace), konduktometrie (měření vodivosti, konduktometrická titrace), spektrofotometrie (Lambert-Beerův zákon) a vysokotlaká kapalinová chromatografie (HPLC). Některé z výše uvedených témat projektů si vybralo dobrovolně patnáct žáků gymnázia, kteří byli rozděleni do čtyř skupin, z nichž každá řešila projekt v rámci jednoho z uvedených témat. Ve věkově různorodé skupině převažovali žáci 6. – 7. ročníku osmiletého gymnázia. Během prvního dne projektu se žáci seznámili prostřednictvím několika přednášek a moderovaného laboratorního cvičení (se značnou pomocí lektorů) s principy používaných metod a s ovládáním přístrojů (90 minut). V dalších dvou dnech projektu pak pracovali žáci samostatně s instrumentální technikou, a právě v rámci těchto dvou dnů (laboratorního cvičení) byly sbírány a vyhodnocovány dotazy žáků. V závěru týdne (poslední dva dny práce na projektu) žáci zpracovávali naměřená data a vlastní prezentaci výsledků. Veškerá praktická část probíhala v laboratoři Katedry učitelství a didaktiky chemie PřF UK, která byla plně vybavena jak chemikáliemi, tak nádobím a samozřejmě potřebnou měřicí technikou. Žáci pracovali se školními měřicími systémy a přístroji optimalizovanými pro výuku, konkrétně se spektrometry Ocean Optics USB2000-UV-VIS a Red Tide a s datalogery Pasco Xplorer GLX a Infraline Graphic a příslušnými čidly (viz kapitola Použité přístroje a vybavení a příslušná instrumentální technika). Žáci měli také k dispozici veškeré návody a manuály k přístrojům a dále náměty

na experimenty k danému tématu ve formě teoretických částí laboratorní úloh, které byly čerpány z následujících publikací (Stratilová Urválková, 2006; Stratilová Urválková, Šmejkal, & Trejbalová, 2007; Trejbalová, 2006) tak, aby byla podporována samostatná činnost žáků. Lektori cvičení žáky v tomto ohledu podporovali, aby si sami určili, co budou v daném projektu měřit a jakým způsobem téma zpracují. Lektori pak také měli poskytnout případnou radu či pomoc při realizaci dalších námětů. Dále žáci museli zvládnout běžnou práci v laboratoři (vážení, pipetování atd.). Z veškeré komunikace mezi žáky a lektory byl pořízen audiozáznam, který byl následně vyhodnocen. Všechny dotazy byly rozřazeny dle své povahy do několika kategorií (Tabulka 2).

Tabulka 2: Kategorie dotazů a jejich specifikace

zkratka	kategorie	Stručný popis
O1	Organizační 1	Přímý vztah k experimentům: orientace v laboratoři, hledání nástrojů, chemikálií: „ <i>Je tu někde vata?</i> “
O2	Organizační 2	Nepřímý vztah k experimentům: „ <i>Můžeme tu do zítřka nechat vzorky?</i> “
V	Výpočetní	Kontrola nebo vysvětlení výpočtu: „ <i>Máme dobře spočítanou tu koncentraci?</i> “
T1	Technické 1	Způsob a správnost provedení experimentu: „ <i>Musíme znovu zkalibrovat elektrodu?</i> “
T2	Technické 2	Práce s přístrojem, softwarem: „ <i>Jak se překalibrovává elektroda?</i> “
Th	Teoretické	Vysvětlení teorie k experimentu: „ <i>Kde všude je E120, jaké má účinky?</i> “
E	Konzultační	Teoretické dotazy zjišťující možnost provedení experimentu, který si žáci sami vymysleli: „ <i>Dalo by se stanovit barvivo v salámu?</i> “
H	Žádost o pomoc	Akutní pomoc či prosba: „ <i>Spláchli jsme míchadlo, co máme dělat...?</i> “

Žáci nebyli během samostatné práce k dotazům nijak povzbuzováni kromě již zmíněné podpory k realizaci dalších experimentů v rámci projektu a mimo těch již navržených lektory. Lektori tedy při vlastní práci žáků fungovali pouze jako pozorovatelé a konzultanti. Dotazy byly následně analyzovány.

Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn

V první fázi výzkumu prezentovaného v rámci této práce bylo taktéž realizováno orientační šetření s cílem identifikovat pohledy žáků na výhody a nevýhody laboratorního cvičení s využitím školních měřicích systémů a zjistit některé jejich postoje k takovému cvičení. Za tím účelem žáci realizovali laboratorní cvičení v délce 90 až 120 minut s některou z úloh, které byly prezentovány v předchozí kapitole („Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků v laboratorním cvičení“). Na konci cvičení jim byl rozdán dotazník, v jehož rámci žáci přímo odpovídali, většinou ve formě volné odpovědi, na několik otázek. Otázky na osobní informace (věk, pohlaví, třída) byly doplněny otázkami zaměřenými na postoje žáků k využívání školních měřicích systémů a otázkou, v níž žáci porovnávali „tradiční“ experiment s tím, v němž využívají školní měřicí systémy: (O1) Jaké jsou výhody práce se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O2) Jaké jsou nevýhody práce se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O3) S jakými problémy jste se setkali během práce se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O4) Páli byste se znovu zúčastnit podobného laboratorního cvičení se školním měřicím systémem? (ANO/NE); (O5) Máte raději „tradiční“ experimenty bez využití ŠMS nebo se vám více líbila práce s nimi? (volba mezi: „tradiční“, „nezáleží na tom“, „s využitím ŠMS“). Poslední otázka/instrukce se týkala oblíbenosti předmětů: (O7) Seřaď předměty od nejoblíbenějšího po ty nejméně oblíbené (volby: Český jazyk, anglický, jazyk, ostatní jazyky, Občanská výchova, Matematika, ..., Chemie, Fyzika, Biologie, Jiný předmět – jmenuj: ...). Odpovědi na všechny otázky byly rozřazeny do skupin dle podobného nebo stejného významu a byla hodnocena četnost odpovědí. Žáci pracovali se školními měřicími systémy a přístroji optimalizovanými pro výuku, konkrétně se spektrofotometry Ocean Optics USB2000-UV-VIS a Red Tide a dále se školními měřicími systémy Vernier a Pasco s příslušnými senzory (viz kapitola „Použité přístroje a vybavení a příslušná instrumentální technika“).

K evaluaci motivačních orientací žáků bylo realizováno s každou skupinou žáků vždy jedno laboratorní cvičení o délce 90–120 minut, v němž byly využity školní měřicí systémy společně s aktivitami představenými v kapitole „Tvorba a koncepce úloh“, popis jednotlivých úloh lze nalézt v kapitole „Popis úloh testovaných v rámci této práce“. Tyto aktivity byly založeny na principech badatelsky orientované výuky (BOV) a zároveň zahrnovaly prvky tzv. POE (predict-observe-explain = předpověz-pozoruj-vysvětli) sekvence (White & Gunstone, 1992). Každá aktivita obsahuje jakýsi motivační úvod, většinou příběh, který je nějakým způsobem vztažen ke studované či vyučované

problematicke. Z každého takového úvodu (příběhu) pak vyplývá nějaký problém, a úkolem žáků je tento problém v rámci laboratorního cvičení vyřešit. Posléze jsou žáci v rámci úlohy požádáni, aby navrhli řešení problému a toto řešení experimentálně ověřili. Podrobněji jsou koncept i aktivity samotné, včetně didaktické sekvence, prezentovány také v práci (Stratilová Urválková, Šmejkal, Skoršepa, Teplý, & Tortosa, 2014), samotné úlohy lze nalézt na webu projektu, v jehož rámci byly vytvořeny – www.comblab.eu (Feltl & Šmejkal, 2013).

Pro zjištění motivací a motivačních orientací byly žákům v rámci šetření rozděny 2 dotazníky založené na nástrojích vyvinutých pro tyto účely - MSLQ (Pintrich, Smith, et al., 1991) a IMI (McAuley, Duncan, & Tammen, 1989; Ryan, 1982). První dotazník byl žákům rozděn před laboratorním cvičením s realizovanou aktivitou (zkráceně v práci uváděno jako vstupní dotazník nebo pre-test), druhý pak po něm (výstupní dotazník nebo post-test). Shromážděná data sloužila ke zjišťování žáky deklarované motivační orientace před a po realizaci laboratorního cvičení se školními měřicími systémy, dále byly zkoumány spojitosti těchto orientací s faktory, které by mohly případně ovlivňovat výsledky, a to zejména pohlaví, realizovaná aktivita, věk a navštěvovaná škola. Data také byla zpracována prostřednictvím shlukové analýzy, která, v závislosti na deklarované motivační orientaci, rozděnila žáky do shluků s obdobnou mírou motivace.

Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ; Dotazník motivačních strategií pro učení se) byl vyvinutý na přelomu 80. a 90. let minulého století kolektivem autorů vedených Pintrichem (Pintrich, Smith, et al., 1991) ke zjišťování a hodnocení motivačních orientací žáků a jejich využívání různých strategií pro vlastní učení. *Intrinsic Motivation Inventory* (IMI) (Dotazník vnitřní motivace) původně vyvinutý pro hodnocení subjektivní zkušenosti vztážené k vnitřní motivaci žáka a vlastní osobní sebe-reflexe (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982). Tento dotazník byl žákům administrován po realizaci laboratorního cvičení se zvolenou aktivitou (výstupní dotazník, níže v tabulce zkráceně „post-test“). Oba dotazníky byly již využity v desítkách studií, jež je potvrzují jako spolehlivé a validní nástroje vhodné k aplikaci v různých konkrétních podmínkách (Barise, 1998; Campbell, 2001; Duda, 1992; Monetti, 2002; Niemi, Nevgi, & Virtanen, 2003; Plant & Ryan, 1985; Whitehead & Corbin, 1991; Wolters, 2004). Zatím však nikdy nebyly využity ke sledování motivační orientace žáků ve vztahu k přírodovědnému vzdělávání, ani ve vztahu k začlenění počítačových měřicích systémů do výuky přírodních věd, kromě práce M. Skoršepy (Skoršepa, 2015). Jak bylo řečeno, oba výzkumné nástroje obsahují větší množství různých položek rozdělených do subškál. Jednou z výhod uvedených výzkumných nástrojů je

skutečnost, že jsou koncipovány jako flexibilní, modulovatelné dle potřeb výzkumu, a proto je není nutné využít v kompletní verzi (Markland & Hardy, 1997; Pintrich, Smith, et al., 1991; Rotgans & Schmidt, 2010). Žáci mohli odpovědět prostřednictvím sedmibodové Likertovy škály (1–7) (Likert, 1932) od „naprostý nesouhlas“ reprezentovaný číslem 1 po „naprostý souhlas“ reprezentovaný číslem 7. Tento způsob skórování odpovědí byl navržen již v původních pracích referujících o MSLQ a IMI (Pintrich, Smith, et al., 1991; Ryan, 1982). Pro potřeby výzkumu bylo z uvedených nástrojů vybráno vždy 16 položek ve formě deklarativních tvrzení, kdy každá náležela k jedné ze čtyř zvolených subškál (vstupní dotazník, pre-test – Vnitřní cílová orientace (viz Příloha 1, tvrzení 1, 6, 9, 14), Vnější cílová orientace (tvrzení 3, 5, 10, 16), Self-efficacy (tvrzení 2, 8, 11, 13) a Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení se (tvrzení 4, 7, 12, 15); výstupní dotazník, post-test: Zájem/potěšení (viz Příloha 1, tvrzení 1, 7, 10, 14), Uvědomění si svých schopností (tvrzení 3, 5, 11, 16), Vynaložené úsilí/důležitost (tvrzení 2, 8, 12, 15) a Význam/užitečnost (tvrzení 4, 6, 9, 13). Význam položek vstupního dotazníku byl dostatečně vysvětlen v teoretické části práce (kapitola „Motivace a motivační orientace“), ale položky výstupního dotazníku ještě vyžadují upřesnění, byť jejich označení mnohé naznačuje. Ve všech případech jde o subškály vnitřní motivace, jak ostatně napovídá i název použitého hodnotícího nástroje (Intrinsic Motivation Inventory (McAuley et al., 1989; Ryan, 1982)). Položka *Zájem/potěšení* je považována za hlavní složku vnitřní motivace, a proto je tato subškála považována za míru toho, jak se žák cítí být vnitřně motivován. To pochopitelně vychází z předpokladu, že pokud žák nějaká činnost baví a má-li o ní zájem, je vnitřně vysoce motivován. Vzhledem k tomu, že vysoký stupeň vnitřní motivace je zásadním prvkem v procesu kvalitního učení a v kreativitě žáka, je důležité sledovat faktory, které tuto položku ovlivňují (Ryan & Deci, 2000; Skoršepa, 2015). *Uvědomění si svých schopností* je subškálou, s jejíž pomocí lze odhadovat vývoj úrovně vnitřní motivace s realizovanou činností/úlohou. Pokud totiž žák přijme cíle za své (tedy převede tyto cíle do své vnitřní motivace), cílům rozumí a cítí, že má přiměřené znalosti a schopnosti ke splnění těchto cílů, existuje z jeho pohledu vysoká pravděpodobnost, že bude v plnění cílů úspěšný, čímž se zvýší jeho motivace. Jinými slovy, pokud se žák cítí být kompetentní ke splnění cíle a uvědomuje si své schopnosti k realizaci určité činnosti, bude to mít pozitivní vliv ke změně jeho vnitřní motivace (Ryan & Deci, 2000; Skoršepa, 2015). *Vynaložené úsilí/důležitost* je míra, kterou žák, dle vlastního přesvědčení, vynaložil při realizaci určité činnosti. Předpokládá se, že čím více žák přijme cíle za své (čím více se s nimi identifikuje), tím více úsilí je ochoten vynaložit, což souvisí s jeho vyšší vnitřní motivací (Deci & Ryan, 2007; Skoršepa, 2015). Subškála

Význam/užitečnost celkem logicky předpokládá, že pokud žák považuje činnost za významnou či užitečnou, vede jej tato činnost ke zvýšení vnitřní motivace (E. L. Deci & Ryan, 2007; Skoršepa, 2015).

Získaná data byla následně vyhodnocena prostřednictvím vybraných statistických metod. Při komparativních analýzách byly použity parametrické statistické metody, podkladem pro provedení tohoto typu analýzy bylo vysvětlení Clasona a Dormodyho (Clason & Dormody, 1994) popisující rozdíl mezi zpracováváním jednotlivých Likertových položek („Likert-type Items“) a Likertových škál („Likert Scale“). Ačkoli mají jednotlivá data získaná měřením na Likertově škále primárně ordinální charakter, při hodnocení jednotlivých škál pracujeme s aritmetickými průměry počítanými ze skóre všech položek patřících k dané škále, které jsou podle Boonea a Booneové (Bonne & Boone, 2012) považované za intervalové proměnné. Právě z tohoto důvodu je při statistickém zpracování takových dat (na rozdíl od dat ordinálního typu) vhodné použít parametrické statistické metody (Bonne & Boone, 2012).

Reliabilita výsledků byla zhodnocena prostřednictvím Cronbachova koeficientu alfa (Cronbach, 1951). Dále byly provedeny korelační analýza a analýza rozptylu (jedno-průchodová) ANOVA či T-test (Anděl, 1978) pro zhodnocení závislosti získaných dat na zvolených faktorech. V případě, že získaná data nesplňovala podmínky pro realizaci uvedených analýz (nezávislost měření uvnitř skupin i mezi skupinami, normalita dat v každé skupině a homogenita rozptylů uvnitř skupin), bylo k analýze dat využito neparametrických metod, konkrétně Mann-Whitneyův U test (Mann & Whitney, 1947) a Kruskal-Wallisův H test (Kruskal & Wallis, 1952) na hladině významnosti 0,05. Normalita dat byla zjišťována vizuálně prostřednictvím histogramů a Q-Q grafů a následně také s pomocí statistických testů (Kolmogorov-Smirnov, (Kolmogorov, 1933; Smirnov, 1948) a Shapiro-Wilk (Shapiro & Wilk, 1965)), homogenita rozptylů uvnitř skupin byla provedena pomocí Levenova testu (Levene, 1960). Nakonec byla provedena shluková (klastrová) analýza, hierarchická dle Warda (Ward, 1963) pro nalezení vhodných shluků žáků a nehierarchická jako K-průměry (K-means; Král, Kanderová, Kašáková, Nedelová, & Bojdova, 2009) pro vyhledání center jednotlivých nalezených shluků.

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí statistického programového balíku IBM SPSS ver. 18 (SPSS Inc., 2009) a ver. 25 (IBM Corp., 2017). V některých případech vyplněných dotazníků žáci nevyplnili všechny položky dotazníku, popř. tyto položky byly vyplněny nejasně nebo nečitelně. Z těchto důvodů nebyly dané položky do statistického

vyhodnocení zahrnutý a počet respondentů ve vyhodnocení pak neodpovídá celkovému počtu zúčastněných respondentů.

Žáci dále vyplňovali další dotazník zaměřený přímo na danou realizovanou úlohu a samotnou práci se ŠMS. Dotazník svým způsobem doplňoval standardizované dotazníky sledující motivaci žáků a sestával z 20 položek sledujících provedení aktivity s využitím ŠMS, včetně hodnocení práce se ŠMS, pochopení aktivity, rozvoj vědomostí a celkové hodnocení aktivity a práce se ŠMS (dotazník je částí přílohy č. 1 práce). Žáci v něm mj. vyjadřovali celkovou spokojenost s realizovanou aktivitou. S uvedenými tvrzeními v dotazníku žáci vyjadřovali míru souhlasu na čtyřstupňové škále (od „naprostý souhlas“, „spíše souhlas“, „spíše nesouhlas“ až po „naprostý nesouhlas“), u položky sledující míru využívání ŠMS na škole pak měli žáci uvést míru využívání, popř. volit mezi položkami „nikdy“, „1-2×“, „3-5×“, „6-10×“ a „více než 10×, pravidelně“. U položky sledující zájem žáků znovu či častěji využívat ŠMS ve své výuce bylo možnými volbami ANO/NE, spokojenost s realizovanou aktivitou/cvičením pak byla vyjádřena na šestistupňové škále vyjádřené počtem tzv. smajlíků (☺☺☺ = velmi spokojený – ☺☺ = částečně spokojený – ☺☺ = spokojený – ☹ = nespokojený – ☹☹ = částečně nespokojený – ☹☹☹ = velmi nespokojený). Všechny hodnocené položky bylo možné doplnit komentáři. Získaná data byla rovněž zpracována statistickými programy GNU PSPP (Free Software Foundation, Inc., 2018), popř. IBM SPSS ve verzích 18 a 25 (IBM Corp., 2017; SPSS Inc., 2009) a interpretována s ohledem na cíle daného šetření. Korelace mezi vybranými položkami byly sledovány pomocí Spearmanova koeficientu ρ na hladině významnosti $\alpha = 0,01$ či $0,05$. Vzhledem k povaze získaných dat, která nesplňovala podmínky pro provedení T-testu či analýzy rozptylu, byly statisticky významné rozdíly mezi položkami identifikovány prostřednictvím neparametrických metod (Mann-Whitney U test (Mann & Whitney, 1947) a Kruskal-Wallisův H test (Kruskal & Wallis, 1952)).

Šetření bylo doplněno kvalitativním výzkumem mezi menším počtem žáků metodou interview v rámci ohniskových skupin (Miovský, 2006; Morgan, 2001; Nevoralová, 2012). Členové jednotlivých ohniskových skupin byly stanoveny na základě realizovaných úloh a na základě využívaného SW a typu ŠMS a byly polostrukturované. Z veškeré komunikace (se souhlasem vyučujícího a jejich účastníků) byl pořízen audiozáznam. Audiozáznam byl posléze vyhodnocen tak, že jednotlivé odpovědi byly rozděleny na základě příslušných

otázek do skupin a sledovány jejich četnost a rozmanitost. Výsledky pak sloužily k potvrzení, případně rozšíření interpretace získané z dotazníkového šetření.

Sledování názorů a postojů učitelů

Ke sběru názorů a postojů učitelů k vytvořeným aktivitám a k práci se ŠMS byl využit námi vytvořený nový nástroj ve formě dotazníku o 54 položkách (15 v části I zaměřené na všeobecné informace a 39 v části II zaměřené na hodnocení úloh a práce se ŠMS; viz příloha 1). Šetření se zúčastnili ti učitelé, kteří participovali ve vedení kurzů s využitím ŠMS pro žáky, popř. se účastnili nového kurzu DVPP pro učitele vytvořeného zvláště pro tyto účely. Dotazník učitelé vyplňovali po realizaci laboratorního cvičení se ŠMS a předmětnými aktivitami, podobně jako jejich žáci. Získaná data byla vyhodnocena prostřednictvím statistických metod, stejných jako v případě žáků v kapitole „Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn“ (analýza frekvencí, deskriptivní statistika a komparativní analýza). Statistická významnost rozdílů mezi skupinami byla hodnocena prostřednictvím neparametrických metod, tedy pomocí Mann-Whitney U testu a Kruskal-Wallisova H testu na hladině významnosti 0,05. Podobně jako v případě sledování postojů a názorů žáků, i v případě skupiny učitelů byly jejich názory doplněny v rámci kvalitativního šetření formou interview metodou polostrukturovaných ohniskových skupin. Učitelé byli rozděleni dle vyučovaných předmětů a školy. Opět byl pořízen audiozáznam, jehož vyhodnocení posloužilo pro případné rozšíření interpretace výsledků z kvantitativního dotazníkového šetření. U většiny otázek učitelé vyjadřovali hodnocení úlohy či své zkušenosti mírou souhlasu s uvedeným tvrzením na čtyřstupňové škále (1 = rozhodně souhlasím, 2 = spíše souhlasím, 3 = spíše nesouhlasím, 4 = rozhodně nesouhlasím), žádná z otázek nebyla položena reverzně. Pouze u jedné otázky, v níž vyjadřovali spokojenost s realizovanou aktivitou, měli učitelé k dispozici šestistupňovou Likertovu škálu (☺☺☺ = velmi spokojený – ☺☺ = částečně spokojený – ☺☺ = spokojený – ☹ = nespokojený – ☹☹ = částečně nespokojený – ☹☹☹ = velmi nespokojený), aby bylo možné jejich hodnocení porovnat s hodnocením žáků.

Použité přístroje a vybavení a příslušná instrumentální technika

Hlavními využitými přístroji byly školní měřicí systémy 3 hlavních výrobců dodávajících své ŠMS do ČR (Pierron, Pasco, Vernier). Pro plynulou realizaci cvičení, vzhledem k nedostatku některých čidel a přístrojů, popř. s ohledem na rozšíření možností realizovaných úloh a v případě existence a dostupnosti ekvivalentu čidla či přístroje, byla

čidla a přístroje jednotlivých systémů doplněna o některá čidla, přístroje a zařízení, která z určitých pohledů nepatří mezi ŠMS. Jednalo se zejména např. o spektrometry Ocean Optics a spektrometr Helios Gamma, kterými pracoviště disponovalo již v době před existencí spektrometrů Vernier a Pasco a jejich funkce a principy ovládání jsou obdobné spektrometrům z řady ŠMS, popř. bylo ovládání v rámci úlohy optimalizováno tak, aby se maximálně práci se ŠMS blížilo (Helios Gamma, HPLC Eecom). Měření probíhalo v manuálním módu (manuálně zadáván objem), zejména u měření, kde byla využívána titrace, nebo v módu časové závislosti měřené veličiny, téměř výhradně s nastavenou defaultní frekvencí měření. V případě spektroskopických měření bylo měřeno spektrum jako závislost Intenzity (Zářivého toku), Transmittance nebo Absorbance na vlnové délce.

V rámci práce byly tedy využity následující přístroje a zařízení:

- Školní měřicí systém Pierron
 - Datalogger Pierron Infraline Graphic (možnost propojení s PC přes COM nebo USB)
 - PC se SW DidexPro (v. 1.0) pro Windows
 - Čidlo teploty MT19125 (odporové kovové (termistor), měřitelný rozsah teplot -25 °C až +110 °C; přesnost ± 1 °C; rozlišení 0,25 °C)
 - Čidlo pH (skleněná elektroda, měřitelný rozsah pH 0–11, rozlišení 0,01 pH)
 - Čidlo vodivosti MT19107 (rozsah 0 až 20 mS/cm, chyba 1,2 % naměřené hodnoty, rozlišení 4 μ S/cm v rozsahu od 0 až 1 000 μ S, 0,5 % zobrazené hodnoty nad 1 000 μ S)
- Školní měřicí systém Pasco
 - Datalogger Xplorer GLX (možnost propojení s PC přes USB; 4 analogové vstupy – zejména připojení senzorů typu PASCO PASSPORT (PS); 2 USB vstupy pro připojení USB paměti, klávesnice, myši či tiskárny, 4 oddělené analogové vstupy pro napěťové nebo 2 teplotní čidla; display monochromatický (320 × 240 bodů) s podsvícením; 12 MB vestavěná paměť, 1700 mAh NiMH baterie, numerická klávesnice + další tlačítka)
 - PC se SW SPARKvue (v. 1.3 až 4.0), SW Spectrometry (v. 1.0 až 2.2), SW PASCO Capstone (v. 1.1 až 1.7) a SW DataStudio (v. 1.9) pro operační systém Windows

- Tablet Apple iPad (1. – 4. generace), iPad Air 1. generace a iPad mini 2. generace se SW SPARKvue (v. 1.3 až 4.0) a SW Spectrometry (v. 1.0 až 2.2) pro operační systém iOS
- Tablet Markeeta LTE 10 XL (10,1" HD IPS 1280 x 800 pixelů, 1GB RAM, OS Android 6.0) se SW SPARKvue (v. 2.0 až 4.0) a SW Spectrometry (v. 1.0 až 2.2)
- USB rozhraní USB Link PS-2100A
- Bezdrátové rozhraní AirLink 2 PS-2010
- MultiMeasure Chemistry rozhraní a konvertor PS-2170
 - Teplotní senzor (10 k Ω termistor, rozsah -35 °C až +135 °C, přesnost $\pm 0,5$ °C; rozlišení 0,01 °C)
 - Senzor pro měření pH (skleněná elektroda, rozmezí napětí: ± 2000 mV; rozlišení napětí 0,1 mV; měřitelný rozsah 0 až 12 pH; rozlišení 0,001 pH)
 - Absolutní tlak (rozsah 0 až 700 kPa; přesnost 2 kPa, rozlišení 0,1 kPa, reprodukovatelnost 1kPa)
 - Senzor měření redox potenciálu (rozsah ± 2000 mV; přesnost $\pm 0,1$ mV; rozlišení 0,05 mV)
- Čidlo vodivosti PS-2116A (rozsahy 0 až 1 000 μ S/cm, 0 až 10 000 μ S/cm, 0 až 100 000 μ S/cm; přesnost 10 % rozsahu; rozlišení 0,05 % rozsahu, reprodukovatelnost měření 0,01 % škály)
- Čidlo měření koncentrace plynného CO₂ PS-2100 (rozsah 0 až 300 000 pm; rozlišení 1 ppm; měření v rozsahu teplot 20 až 30 °C; přesnost dle rozsahů 0 ppm až 10 000 ppm: 100 ppm nebo 10 % hodnoty, dle vyšší hodnoty, 10 000 ppm až 50 000 ppm: 20 % hodnoty, více než 50 000 ppm: měření pouze kvalitativní; reprodukovatelnost ± 50 ppm nebo 50 % hodnoty, dle toho, co je vyšší)
- Čidlo měření koncentrace plynného kyslíku PS-2126A (rozsah 0 až 1 000 000 ppm či 0 až 100 %; rozlišení 0,024 % koncentrace kyslíku; reprodukovatelnost $\pm 0,5$ % koncentrace kyslíku; přesnost ± 1 % za konstantní teploty a tlaku)
- Čidlo měření koncentrace rozpuštěného kyslíku PS-2572 (rozsah 0 až 20 mg/l; přesnost $\pm 0,2$ mg/l po kalibraci, ± 2 mg/l bez kalibrace; rozlišení 0,01 mg/l)

- Čidlo měření krevního tlaku PS-2207 a PS-3592 (rozsah 0 až 375 mmHg; přesnost 3 mmHg; rozlišení 0,05 mmHg)
- Čidlo EKG PS-2111 (rozsah 0 až 4,5 mV; rozlišení 4,5 μ V; frekvence měření 50 až 200 Hz; měření tepu: rozsah 47 až 250 tepů za minutu; rozlišení 1 tep za minutu)
- Bezdrátový spektrometr PS-2600 (rozsah 380 až 950 nm; rozlišení 2-3 nm FWHM; zdroj světla UV-LED-boosted wolframová žárovka; optická dráha max. 10 mm; konektivita USB a Bluetooth)
- Iontově selektivní elektrody pro stanovení dusičnanů a amonných iontů (CI-6735; CI-6717; rozsah $6,2 \cdot 10^4$ až 0,5 ppm NO_3^- , $5 \cdot 10^{-6}$ až 1 mol \cdot dm $^{-3}$ NH_3 , reprodukovatelnost: 0,2 %)
- Školní měřicí systém Vernier
 - Datalogger LabQuest (první generace) (s možností připojení k PC přes USB; barevný dotykový displej 8,89 cm (úhlopříčka) o rozlišení 320×240 s podsvícením, stylus (dotykové pero), čtyři tlačítka pro nejčastěji používané funkce + pět navigačních tlačítek, vstupy pro 2 digitální a 4 analogové pro senzory, 2 vstupy USB 2.0, port USB mini, slot pro paměťovou kartu SD/MMC, vestavěná baterie)
 - PC se SW Logger Lite (v. 1.0 až 1.9) a SW Logger Pro (v. 3.8 až 3.15)
 - Teplotní čidlo Vernier TMP-BTA (termistor; rozsah: -40 °C až 135 °C; přesnost: $\pm 0,2$ °C při 0 °C a $\pm 0,5$ °C při 100 °C)
 - Čidlo měření pH PH-BTA (rozsah: 0 až 12 pH; přesnost $\pm 0,2$ pH; rozlišení: 0,005 pH)
 - Čidlo měření vodivosti CON-BTA (Rozsahy měření: 0-200 μ S/cm, 0 až 2 000 μ S/cm a 0-20 000 μ S/cm; rozlišení: 0,1 μ S/cm na nejnižším rozsahu, 1 μ S/cm na středním rozsahu a 10 μ S/cm na nejvyšším rozsahu; přesnost: ± 8 % z rozsahu na nejnižším rozsahu, ± 3 % z rozsahu na středním rozsahu a ± 4 % na nejvyšším rozsahu); vodivostní konstanta nádoby 1,0 cm $^{-1}$)
 - Čidlo absolutního tlaku GPS-BTA (rozsah 0 to 210 kPa; přesnost ± 4 kPa, max. tlak 405 kPa)
 - Čidlo měření koncentrace plynného CO_2 CO2-BTA (rozsahy 0 až 10 000 ppm CO_2 a 0 až 100 000 ppm CO_2 ; přesnost při tlaku 1 atm při nižším rozsahu v rozsahu 0 až 1 000 ppm ± 100 ppm a v rozsahu 1 000 až 10 000 ppm ± 10 % naměřené hodnoty, při vyšším rozsahu v rozsahu 0 až

- 1 000 ppm \pm 200 ppm a v rozsahu 1,000 to 100,000 ppm \pm 20 % naměřené hodnoty; rozlišení při nižším rozsahu 3ppm, při vyšším rozsahu 30ppm; provozní teplota 25 °C \pm 5 °C)
- Čidlo měření koncentrace plynného O₂ O₂-BTA (rozsah 0 až 27%, tedy 0 až 270 ppt; přesnost při standardním tlaku 1 atm \pm 1 obj. %; rozlišení 0,01 %; provozní teplota 25 °C \pm 5°C)
 - Plynový chromatograf Vernier Mini GC GC-MINI (provozní teploty 5 °C až 40 °C; nepolární separační kolona Restek MXT-1; na výstupu chemikapacitní detektor; nosný plyn vzduch; vstřikovaný objem 0,01 až 0,8 μ L, operační tlak na koloně 1 až 21 kPa; teploty na koloně 40 °C až 120 °C, možnost nastavení změny teploty a tlaku během měření (lineárně); připojení k PC přes USB; stanovitelné látky – alkoholy C₁-C₈, aldehydy C₂-C₈, aromatické uhlovodíky C₆-C₁₀, karboxylové kyseliny C₁-C₄, estery C₂-C₁₀, ketony C₃-C₈, nitrily C₂-C₅ a další)
 - spektrometry Ocean Optics
 - USB 2000 (rozsah 200 až 1100 nm; rozlišení 0,3 až 10 nm FWHM; optická dráha max. 10 mm; konektivita USB)
 - Red Tide (rozsah 380 až 1100 nm; rozlišení 2 nm FWHM; optická dráha max. 10 mm; konektivita USB)
 - Red Tide (UV-VIS) (rozsah 200 až 1100 nm; rozlišení 2 nm FWHM; optická dráha max. 10 mm; konektivita USB)
 - HR 4000 (rozsah 200 až 1100 nm; rozlišení 0,02 až 8,4 nm FWHM; optická dráha max. 10 mm; konektivita USB)
 - zdroj světla Ocean Optics DT-MINI-2-GS deuterium a wolframová žárovka 200 až 2 000 nm
 - Optická vlákna Ocean Optics QP600-1-SR-BX, QP200-2-SR-BX a QP400-2-SR-BX
 - PC se SW SpectraSuite (v. 1.5 až 2.0)
 - UV-VIS spektrometr Helios Gamma (Thermo ELECTRON CORPORATION) (rozsah 190 až 1100 nm; rozlišení 1 nm, 2 nm FWHM; reprodukovatelnost 0,2 nm, konektivita RS-232 sériový port), připojeno k PC s OS Windows XP a nainstalovaným SW Thermo ELECTRON VISIONlite
 - HPLC (High Pressure Liquid Chromatograph) ECOM (sestava Safir 600 UV-VIS detektor, 190–800 nm; termostat LCO 102, 5 až 99 °C po 0,1 °C; vakuový degasser

DG 3014; gradientní čerpadlo BETA 10; monolitická kolona Chromolith C18,
výrobce: firma Merck)

Výsledky a diskuse

Tvorba a koncepce úloh

Jak bylo řečeno, jedním z problémů zavádění ŠMS do výuky chemie na SŠ je mj. také nedostatek návodů, úloh, metodických listů či obecně výukových materiálů, které ŠMS využívají. Proto je jedním z dílčích cílů této práce vytvoření nových či modifikovaných výukových materiálů s využitím školních měřicích systémů a jejich ověření. Část těchto výukových materiálů byla vytvořena a modifikována na základě výzkumných šetření, která se k těmto materiálům vázala. K realizaci výzkumu zaměřeného na využívání ŠMS ve výuce a na názory a postoje žáků a učitelů ŠMS využívající bylo využito několik typů úloh. Jednou skupinou těchto úloh byly úlohy „tradičního“ charakteru typu „Kuchařka“ („Kitchen book“ based tasks). V těchto úlohách žáci v rámci laboratorního cvičení sledovali předem stanovený postup a dle něj plnili jednotlivé úkoly, obvykle bez větší vlastní iniciativy. Často se jednalo o ověření nějaké skutečnosti, jevu či hodnoty (např. stanovení neutralizačního tepla a porovnání naměřených hodnot se skutečností). Takové úlohy byly využity zejména v počátečních fázích výzkumu a jejich prostřednictvím byla povětšinou ověřována funkčnost čidel či realizovatelnost dané úlohy v podmínkách SŠ. Většina z nich byla v jisté modifikaci publikována v několika publikacích (Feltl & Šmejkal, 2013; Stratilová Urválková, 2006; Stratilová Urválková, Šmejkal, Skoršepa, et al., 2014; Stratilová Urválková et al., 2007). Úlohy byly nově vytvořeny, popř. byly využity již úlohy existující, které byly modifikovány s ohledem na možnosti ŠMS, podmínky českých škol, s ohledem na smysluplné využití chemikálií a vybavení a tak, aby byl experiment co nejnázornější a jeho délka časově únosná. V rámci této práce byly využity zejména následující experimenty:

1. Analýza kolových nápojů – v nápoji je prostřednictvím potenciometrické (pH) titrace stanoven obsah oxidu uhličitého a obsah kyseliny fosforečné, popř. citrónové a samozřejmě kyselost (pH) nápoje. Dále lze přibližně stanovit obsah cukru (sacharózy, je-li kolový nápoj slazen tímto sladidlem) pomocí měření hustoty na základě změn hydrostatického tlaku (s čidlem tlaku). Taktéž lze obsah cukru (opět ale velmi přibližně) stanovit potenciometricky prostřednictvím titrace s využitím ORP (oxidation-reduction potential; měření redox potenciálu) čidla.
2. Analýza rostlin a léčiv – v rámci analýzy rostlin lze prostřednictvím HPLC (High Pressure Liquid Chromatography), papírové a TLC chromatografie a dále s využitím spektroskopie separovat a charakterizovat jednotlivá barviva v různých rostlinách (chlorofyly, anthokyany, karoteny, lykopeny, ...) a hledat společné a rozdílné rysy

pro různé rostliny a jejich části. Ve zpracování je nezbytné extrahovat barvivo vhodným způsobem a rozpouštědlem, někdy po rozdělení na TLC, dále analyzovat pomocí HPLC.

3. Analýza potravinářských barviv – pomocí UV-VIS spektroskopie jsou analyzovány různé nápoje a potraviny (zelený pepermintový likér, slazená vodka Amundsen, modrý iontový nápoj Gatorade, oranžáda, různé cukrovinky, např. želatinoví medvídci, bonbóny Bon Pari, ale také některé salámy a uzeniny). Postup často zahrnuje extrakci barviva ze vzorku vhodným rozpouštědlem. Porovnáním se spektry čistých syntetických a přírodních barviv lze nalézt a vyvodit, která barviva a proč jsou využívána v různých potravinách.
4. Analýza minerálních a vodovodních vod – zjišťují se vybrané parametry charakterizující pitné i užitkové vody. Zejména se jedná o stanovení pH, vodivosti vody, kyselé i zásadové kapacity vod, obsah dusičnanů, obsah chloridů, tvrdost vody a CHSK (chemická spotřeba kyslíku). V tomto ohledu byly porovnávány různé vody z různých zdrojů – například různé pitné vody z různých oblastí (Kladno, Slaný, Praha, oblast jihovýchodu Prahy, ...), vody potoční (např. Botič), říční (Otava, Vltava) a dokonce voda ze svaté studánky poblíž Strančic. V těchto úlohách je využito nejširší spektrum čidel, konkrétně čidlo pH, vodivosti, včetně vodivostní titrace, ISE (iontově-selektivní elektroda; Ca^{2+} , NO_3^- , NH_3 , F^-), spektrometr (stanovení NO_3^-) a ORP senzor.

Koncepce a principy badatelsky orientovaných aktivit

Druhou skupinou úloh využitých a ověřovaných v rámci této práce byly úlohy, které se snaží podněcovat vlastní aktivitu žáka („student centered“) implementací různých aktivizačních prvků, přičemž samotná koncepce úloh je inspirována předchozími výzkumně laděnými pracemi (Espinoza & Quarless, 2010; Pintó, Couso, & Hernández Rodríguez, 2010; Tortosa Moreno, 2012). S ohledem na zaměření a koncepci úloh byla upravena didaktická sekvence úloh (Šmejkal, Stratilová Urválková, Teplý, Skoršepa, & Tortosa Moreno, 2013) tak, že v jejich rámci je kladen značný důraz na motivaci žáků, jejich vlastní činnost a aktivitu, zejména s ohledem na návrhy experimentů, předpověď výsledků experimentů a dále na zpracování a interpretaci dat tak, aby byly maximálně využity možnosti ŠMS. V neposlední řadě je kladen důraz na komunikaci a prezentaci výsledků experimentu. Aktivitu jsou do značné míry založeny na principech badatelsky orientované výuky (BOV), zejména s ohledem na tzv. model 5E (Bybee et al., 2006), v češtině často prezentovaný jako cyklus

5Z – viz Obrázek 17 (Čtrnáctová et al., 2015; Zámečnicková, 2016) a zároveň zahrnují prvky tzv. POE (predict-observe-explain = předpověz-pozoruj-vysvětli) sekvence (White & Gunstone, 1992). S ohledem na revidovanou didaktickou sekvenci lze úlohy rozdělit do několika částí:

(1) Každá aktivita obsahuje motivační úvod, většinou příběh, který je nějakým způsobem vztažen ke studované či vyučované problematice (fáze „Engage“), zároveň se snaží působit na emoce žáka, často se snaží využívat relevantní kontext, zejména s ohledem na běžný život. Cílem tohoto motivačního úvodu je vzbudit zvědavost žáka a motivovat jej, aby, alespoň do určité míry, k řešení úlohy přistupoval s jistou zvědavostí a zájmem ji vyřešit. Z každého takového úvodu (příběhu) pak vyplývá nějaký problém a úkolem žáků je tento problém v rámci laboratorního cvičení vyřešit. Obvykle v úloze následují otázky pro zahřátí („warming up“), jejichž cílem je připomenutí již dříve nabytých znalostí a dovedností v kontextu k úloze, kterou budou realizovat (výpočty, proměnné, čtení grafu, ...). Součástí mohou být také instrukce k ovládání ŠMS a instrukce k práci s konkrétním senzorem, včetně informace o jeho limitech (např. alkalická chyba skleněné pH elektrody).

(2) Posléze jsou žáci v rámci úlohy požádáni, aby navrhli řešení problému a experiment, jehož prostřednictvím naleznou příčiny daného problému, případně ověří funkčnost a reálnost navrženého řešení (fáze „Explore“, část „Predict“).

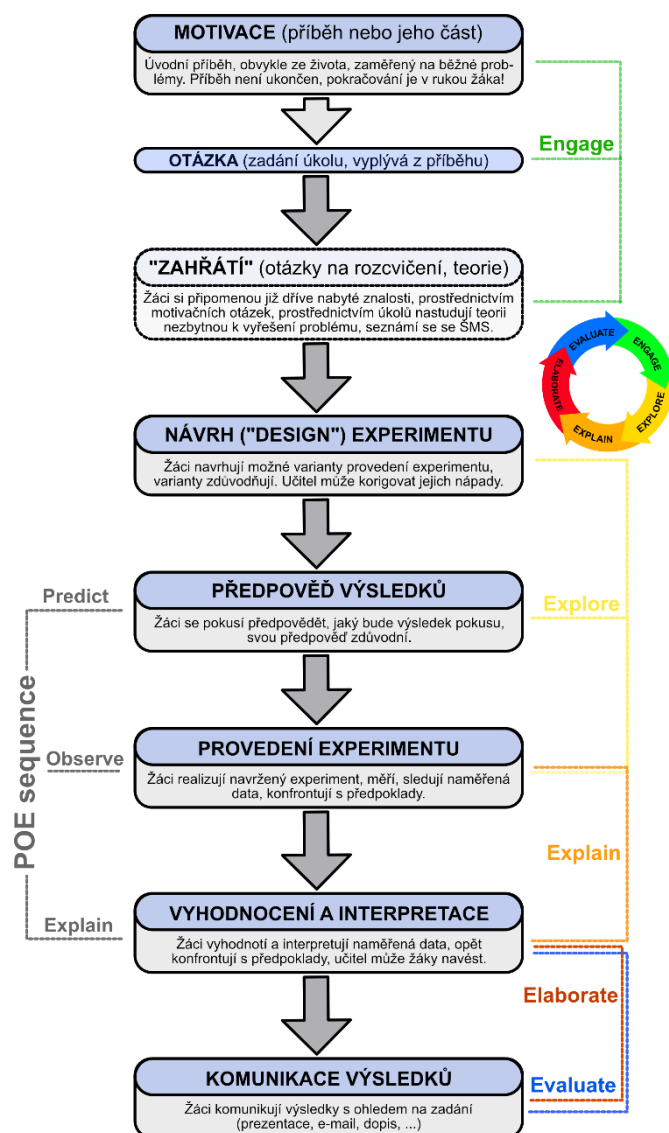
(3) Dalším úkolem je v rámci dostupných experimentálních prostředků, jejichž součástí jsou ŠMS, řešení experimentálně ověřit. Po návrhu vhodného řešení tedy žáci koncipují experiment, předpovídají výsledky a realizují měření, mění případná nastavení experimentu nebo jsou učitelem vedeni ke koncepci a využití vhodného experimentálního uspořádání (fáze „Explore“ a „Explain“, část „Observe“).

(4) Žáci interpretují výsledky (fáze „Explain“, „Elaborate“ and „Evaluate“, část „Explain“). V každém kroku korigují své předpovědi se skutečně dosaženými výsledky, v případě neúspěchu hledají příčiny a možné modifikace experimentu a navrhuje další experimenty tak, aby dokázali problém stanovený úlohou úspěšně vyřešit.

(5) Důležitou součástí úlohy je komunikace výsledků, která musí obsahovat interpretaci s ohledem na nově nabyté znalosti, a která má formu dopisu, e-mailu, protokolu apod., dle toho, komu a jak se mají výsledky experimentu prezentovat (fáze „Elaborate“ a „Evaluate“). Může následovat rozšíření úlohy (dle rozšíření modelu 5E na 6E, fáze „Extend“), buď formou doplňujících dotazů nebo informace nebo prostřednictvím zpětné vazby od učitele

a vzájemné diskuse s učitelem či ostatními žáky. Úspěšné vyřešení úlohy vlastními silami by žáka mělo motivovat k dalšímu řešení dalších úloh, celý cyklus se tedy uzavírá a může začít znovu (Bybee et al., 2006).

Struktura úlohy je uvedena na obrázku 18. S ohledem na připravené aktivity, jedná se



Obrázek 18: Schéma didaktické sekvence vytvořených úloh

o aktivity originální, jak po koncepční, tak odborné stránce, tak modifikace již existujících úloh, úlohy jsou mnohdy multidisciplinární. Příkladem takové multidisciplinární aktivity je aktivita zaměřená na studium barevnosti látek, pojmů absorpce a emise světla a komplementarity barev a také, částečně, na propojení této problematiky s fotosyntézou:

Název aktivity: Krásný skleník, v němž rostliny hynou ...

V časopise Zahrádkář se v dopisech čtenářů objevil tento problém: Pan Sklenička se rozhodl postavit na zahradě nový skleník. Bylo to na popud jeho manželky, která je veselé povahy a nechtěla mít nudný skleník, ale chtěla jej barevný. Oba se nakonec shodli, že bude zelený (je přece pro rostliny a ty jsou zelené, o to více se jim tam bude líbit!). Pan Sklenička se hned pustil do stavby a zanedlouho jim stál uprostřed zahrady krásný zelený skleník. Zasadili do něj mnoho druhů zeleniny a už se těšili na úrodu z tak jedinečného skleníku. Jenže brzy zjistili, že rostliny v něm příliš nerostou a dokonce vyrostlé listy žloutnou. Dokážete Skleničkovým pomoci zjistit, čím to je a navrhnout jim řešení problému?



Vysvětlete panu a paní Skleničkovým, proč jim špatně rostou rostliny v zeleném skleníku!

Co se vám bude hodit vědět

Bílé světlo, tedy to ze Slunce nebo i ze žárovky, se skládá z mnoha různých barev. Jednotlivé barvy můžeme pozorovat, např. když světlo prochází těsně po dešti kapičkami vody a vytváří duhu. Ještě lépe můžeme tento efekt pozorovat, jestliže světlo dopadá na speciální hranol, na kterém se rozkládá na jednotlivé barvy. Světlo je ve skutečnosti vlna (z fyziky je známé jako elektromagnetické vlnění) a vlnu lze popsat parametrem, který se nazývá vlnová délka, tzn. jak dlouhá je jedna vlna. Není teď nezbytné vědět, proč je světlo zrovna vlna, ale je důležité vědět, že některé vlnové délky odpovídají určitým barvám. Na příklad, světlo o vlnové délce 600 nm má červenou barvu; jestliže světlo obsahuje směs všech vlnových délek od asi 400 do 800 nm, pak se nám světlo jeví jako bílé.

Lidské oko je schopné barevně vnímat vlnové délky v rozmezí oněch 380–780 nm. Tomuto rozmezí se tedy říká viditelné světlo. Dva hlavní způsoby, jak světlo interaguje s hmotou, je absorpce a emise. Pokud látka pohlcuje všechny vlnové délky, jeví se nám jako černá. Jestliže látka všechny vlnové délky propouští, jeví se nám jako bezbarvá. Pokud ale absorbuje jen nějakou vlnovou délku(y), na naše oko pak dopadají všechny ostatní nepohlčené vlnové délky a ty vnímáme jako určitou barvu.

Abychom pomohli Skleničkovým, bude tedy dobré prozkoumat jevy absorpce a emise a diskutovat výsledky. Takže, vzhůru do toho!

Co se vám bude hodit za **chemikálie**: žluté, červené, oranžové a modré potravinářské barvivo, voda, uhličitán vápenatý (drcený) nebo jemný písek, zelené rostliny (nejlépe břečťan, špenát), benzín, ethanol

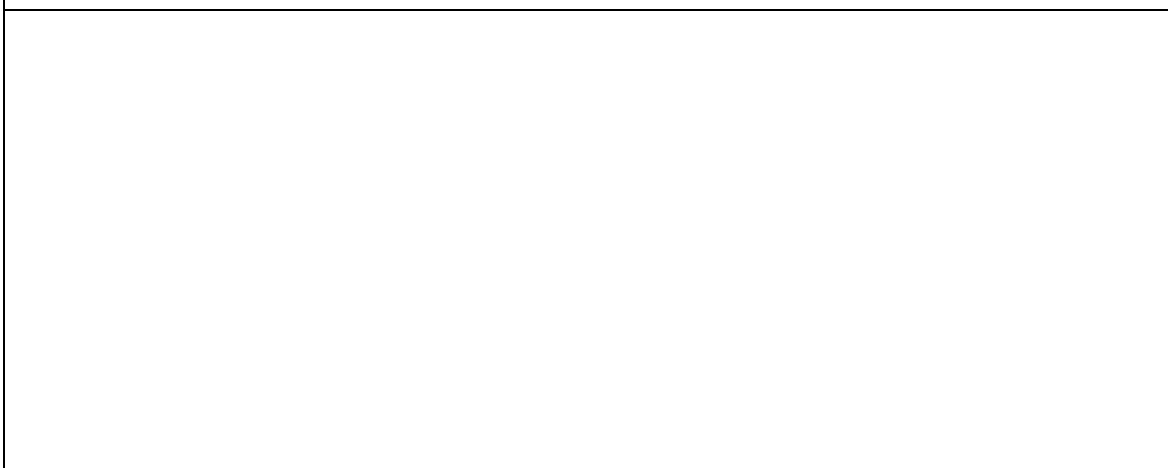
Co se vám bude hodit za **pomůcky**: 6 kádinek nebo zkumavek ve stojanu, květy, spektrofotometr, diody určitých vlnových délek (fialová, modrá, zelená, oranžová, červená, žlutá), baterka nebo jiný zdroj proudu k zapojení diody, kopista, laboratorní lžička, tlouček s třecí miskou, filtrační aparatura

Postup:

1. Do čtyř kádinek připravte roztoky jednotlivých potravinářských barviv (asi 20 ml). Pro přípravu stačí pouze minimální množství barviva, na 20 ml roztoku stačí doslova pár zrněk barviva. Roztok musí být průhledný.
2. Do kádinky připravte roztok chlorofylu. Nastříhejte nebo nakrájejte listy na malé kousíčky, dejte je do třecí misky spolu s asi 0,5 g uhličitanu (nebo písku) a přidejte 10-15 ml ethanolu. Rozetřete směs na pastu, kterou zfiltrujte do zkumavky. K roztoku přidejte 10 ml benzínu. Zkumavku zazátkujte a protřepte; horní vrstvu odlijte, a pokud není roztok dostatečně průhledný, zředte jej dalším podílem benzínu.
3. Nachystejte spektrofotometr do emisního modu. Proměřte vlnové délky barevného světla, tedy jednotlivých diod a výsledky запиšte do níže uvedené tabulky. Ve spektru hledejte maximum dané barvy a barvu запиšte do prvního sloupce k rozmezí vlnových délek, ve kterém leží maximum emitovaného světla.
4. Přepněte spektrofotometr do absorpčního modu, ve kterém budete měřit, jaká vlnová délka bílého světla byla vzorkem pohlcena. Proměřte spektra všech potravinářských barviv a pomocí hodnoty maxima absorpce roztoku přiřadte barvy roztoků v druhém sloupečku k jednotlivým rozmezím. Pokud je absorpce daného barviva větší než 1,5 (viz osa y) nebo je spektrum nečitelné díky mnoha čarám, zředte roztok tak, aby byla hodnota absorpce v tomto rozmezí 0,5 - 1,5.
5. Ponechte spektrometr v módu měření absorpce a proměřte vzorek chlorofylového extraktu. Do vyčleněného místa překreslete přibližně spektrum a do tabulky vyplňte hodnoty maxim měřeného vzorku extraktu. Opět, pokud je absorpce nad 1,5 nebo se ve spektru objevuje spousta čar, zředte roztok.

Vlnová délka (nm)	Barva emitovaného záření	Barva roztoku
380 – 435		
436 – 490		
491 – 560		
561 – 610		
611 – 640		
641 – 760		

Spektrum chlorofylu:



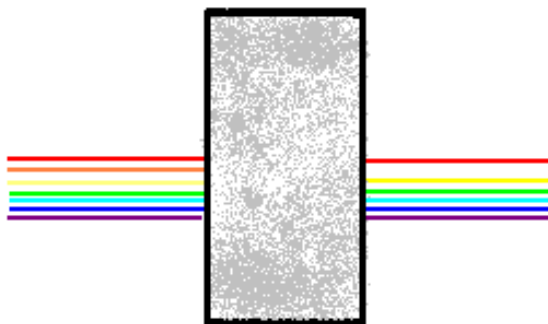
Maxima: a

Vyhodnoťte získaná data

Prostudujte tabulku naměřených dat a snažte se nalézt vztahy mezi oběma sloupci.

Nápověda 1: Co to znamená, jestliže se řekne, že barvy jsou komplementární?

Nápověda 2: Pokuste se odvodit, jaká barva (vlnová délka) je absorbovaná, jestliže má roztok žlutou barvu.



Nápověda 3: Podívejte se na níže uvedený obrázek. Jaká je barva roztoku (látky)?

Další úlohy a rovněž i úloha „Krásný skleník“ jsou součástí přílohy č. 2 této práce, včetně jejich originálního grafického provedení.

Celkem bylo týmem odborníků zastřešeným a pracujícím v rámci projektu COMBLAB (viz kapitola Projekt COMBLAB), mezi nimiž byl i autor práce, vytvořeno 40 takto orientovaných úloh, z toho 18 bylo zaměřených na chemii, 13 na biologii a 9 na fyziku. Je vhodné dodat, že toto dělení úloh je částečně zavádějící, protože většina úloh měla multidisciplinární charakter. Mezi úlohy chemické jsou např. zařazeny všechny úlohy, v nichž je využíván spektrometr, ale často jsou v rámci těchto témat diskutována také fyzikální témata (povaha světla, absorpce a emise světla, ...) i biologická témata (fotosyntéza, ...), nicméně, v úlohách převažoval charakter „chemické analýzy“, proto byla tato úloha zařazena do skupiny úloh zaměřených na chemii. Autor práce se významně podílel na koncepci a zpracování 13 úloh (příloha 2 práce), z toho 8 zaměřených na chemii a 5 zaměřených na biologii. Všechny úlohy byly ověřeny s ohledem na jejich proveditelnost a optimalizovány pro provedení s využitím ŠMS. Všechny tyto úlohy byly zpracovány v české a anglické mutaci. U devíti úloh, zejména u těch komplikovanějších s ohledem na teorii či provedení, byla zpracována velmi podrobná metodika k úloze zahrnující základní informace pro učitele (cíle aktivity, teorie experimentu, někdy časová náročnost, tipy a triky, ...), návrhy provedení experimentů, popř. další náměty na modifikace a další experimenty k tématu, očekávané (možné) výsledky (i odchylky) a možné interpretace naměřených dat a komentáře závěrů. V případě všech ostatních úloh (27 úloh) byl zpracován český překlad a realizovány případné modifikace s ohledem na provedení v podmínkách ČR (např. nalezení vhodného prostředku pro odstranění vodního kamene, jelikož přirozeně nebylo možné využít původního prostředku ze španělského originálu). Kromě pěti fyzikálně zaměřených úloh byly ostatní zbylé úlohy koncipované a zpracované ostatními partnery projektu také experimentálně ověřeny. Všechny úlohy podléhaly vzájemné recenzi v rámci týmu projektu COMBLAB tak, aby byly odstraněny nejzávažnější odborné a didaktické nedostatky úloh. Vzhledem k vzájemnému experimentálnímu ověřování úloh byly v úlohách odstraňovány i nedostatky v jejich provedení a implementovány modifikace s ohledem na snadnější provedení (např. v případě úlohy zaměřené na porovnávání účinnosti různých antacid bylo doporučeno místo drcení vzorku antacida jeho rozlámání na větší kousky a použití prostředku na zvýšení smáčivosti, aby se antacidum lépe dispergovalo v roztoku. Využití prášku vedlo k tomu, že značná část antacida zůstala díky jeho špatné rozpustnosti a povrchovému napětí na povrchu kapaliny simulující obsah žaludku, samotná reakce tak

probíhala díky omezenému kontaktnímu povrchu velmi pomalu a špatně se projevovala při měření změny pH. Rozlámání vedlo k rychlejšímu průběhu, navíc tato situace lépe odpovídala i výrobcem doporučenému postupu aplikace antacida). Recenze každého materiálu probíhala dvoukolově, všechny materiály podléhaly jazykové korekci a úpravám.

Úlohy a metodiky k úlohám zpracovaným s podílem autora jsou přílohou 2 této práce, plné verze všech úloh včetně zpracovaných metodik jsou pak k dispozici na webu www.comblab.eu (Feltl & Šmejkal, 2013).

Z uvedených úloh jich bylo, s ohledem na možnosti týmu a pracoviště, ale také vzhledem k potřebám učitelů a s ohledem na jejich výukové cíle a plány (tedy témata probíraná v jejich výuce a vzhledem k tomu, u jakého tématu se ve výuce právě nachází) vybráno 18 (12 zaměřených na chemii, 6 zaměřených na biologii), které byly ověřovány a testovány žáky SŠ a 14 (8 zaměřených na chemii a 6 zaměřených na biologii), které byly ověřovány a testovány učiteli. K realizaci šetření byly vybrány školy a jejich žáci, které, prostřednictvím svých učitelů chemie a biologie, s pracovištěm řešitele dlouhodoběji spolupracují, jednalo se tedy převážně o fakultní školy a jejich učitele a žáky. Důvod tohoto způsobu výběru byla skutečnost, že s těmito školami a jejich učiteli jsou již nastaveny všechny potřebné aspekty vzájemné spolupráce, včetně smluvního ošetření realizace cvičení, bez nichž by organizačně nebylo možné laboratorní cvičení zvládnout. Navíc, v daném ohledu, jednalo se i o formu podpory výuky v rámci fakultní strategie podpory spolupracujících škol a propagace fakulty. Úlohy testované v rámci této práce jsou shrnuty v tabulce 3.

Tabulka 3: Soupis vytvořených a testovaných úloh v rámci této práce

Úloha (aktivita)	
CHEM 01	Mohou nás oceány zachránit před změnami klimatu? CO ₂ v oceánech. (<i>Měření pH</i>)
CHEM 02	Pálí vás žáha? Antacida a kyselina v žaludku. (<i>Kyseliny a zásady, neutralizace, měření pH</i>)
CHEM 03	Krásný skleník, v němž rostliny hynou. (<i>Spektrofotometrie</i>)
CHEM 04	Domácí hasicí přístroj. (<i>Vyvíjení plynu, tlak plynu</i>)
CHEM 05	Uhelné elektrárny a kyselé deště. (<i>Kyseliny a zásady, neutralizace</i>)
CHEM 06	Čistící prostředek a vaše ruce. (<i>Kyseliny a zásady, neutralizace</i>)
CHEM 07	Červené či bílé? Sladké či suché? Titrace vína. (<i>Měření pH, kyselost vína</i>)
CHEM 08	Kvalita vody: Chloridy ve vodě z kohoutku. (<i>Vodivost, vodivostní titrace</i>)
CHEM 09	Jaké barvivo je obsaženo v nápoji? (<i>Spektrofotometrie, kvalitativní analýza</i>)
CHEM 10	Kolik je barviva v nápoji? (<i>Spektrofotometrie, Lambert-Beerův zákon</i>)
CHEM 11	Hledání tichého vraha (<i>Plynová chromatografie, stanovení methanolu</i>)
CHEM 12	Zklamaný lékárník aneb stanovení obsahu peroxidu vodíku (<i>Redoxní titrace</i>)

BIO 01	Ze života kvasinek. (<i>Kvašení, měření tlaku, obsahu CO₂</i>)
BIO 02	Záhada zmizelých květín aneb kde je náš poklad. Fotosyntéza. (<i>Měření obsahu O₂ a CO₂</i>)
BIO 03	Rostlinní predátoři. Eutrofizace. (<i>Měření obsahu CO₂, rozpuštěného i plynného O₂, ...</i>)
BIO 04	Kdy semínka nejlépe klíčí? (<i>Klíčení semen, měření obsahu CO₂, O₂, tlaku</i>)
BIO 05	Co je vaší srdeční záležitostí aneb jak ovlivnit tlukot srdce? (<i>EKG</i>)
BIO 06	Sestro! Změřte tady pacienta aneb víme vlastně, co je krevní tlak? (<i>Senzor krevního tlaku</i>)

Popis úloh testovaných v rámci této práce

Zhruba jsou úlohy testované v rámci této práce založeny na následujících principech:

Mohou nás oceány zachránit před změnami klimatu? CO₂ v oceánech. (CHEM 01; Autor úlohy: tým Helsinské univerzity, Finsko). Úloha je zaměřená na problematiku rozpouštění oxidu uhličitého ve vodě. Motivací je příběh upozorňující na zvyšující se obsah oxidu uhličitého v ovzduší vedoucí k otázce, zda je možné tuto nadměrnou produkci vyřešit jeho absorpcí v mořské vodě a pokud ano, s jakými důsledky. V rámci úlohy je produkován oxid uhličitý a měří se změny pH při jeho absorpci pomocí pH metru. Dále se sledují faktory, které absorpci ovlivňují.

Pálí vás žáha? Antacida a kyselina v žaludku. (CHEM 02; Autor úlohy: M. Skoršepa, Univerzita Mateja Bela, Banská Bystrica, Slovensko). Aktivita se zaměřuje na zdravotní problém nazvaný lidově pálení žáhy. Úkolem žáků je tento problém nejen vyřešit prostřednictvím nalezení vhodných látek k neutralizaci žaludečních kyselin v jícnu, ale také porovnat antacida různých výrobců a jedlou sodu, kterýmižto prostředky lze neutralizaci realizovat a dále interpretovat grafy, které naměří. Bez možnosti záznamu pH by realizace této úlohy nebyla možná. K realizaci úlohy žáci používají čidlo pH. (Skoršepa, 2012)

Krásný skleník, v němž rostliny hynou. (CHEM 03; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivací v úloze je problém manželů Skleničkových, kteří si postavili skleník pro pěstování rostlin a zeleniny, ale paní Skleničková jej chtěla z estetických důvodů vybavit jinými než bezbarvými skly. Ve skleníku jim ale hynou rostliny a Skleničkovi nevědí proč. Úkolem žáků je problém vyřešit a jak zadání napovídá, žáci budou muset nejprve pochopit problematiku absorpce a emise světla (za různých vlnových délek), komplementaritu barev a podívat se blíže na fotosyntézu. V rámci realizace cvičení je tedy nezbytné měřit spektra různých zdrojů světla emitujících (monitor PC, barevné diody) a dále absorpci světla různými látkami (barevné roztoky, vzorky skla). K řešení úlohy je třeba využít spektrometr.

Domácí hasicí přístroj. (CHEM 04; Autor úlohy: tým Autonomní univerzity v Barceloně, Španělsko). V řadě případů nelze k hašení použít vodu. Je nutné tedy použít jinou látku, která nepodporuje hoření. Žáci musí v rámci motivační části zjistit, že jednou z možností je využít jako náplň takového hasicího přístroje oxid uhličitý. Ten lze snadno připravit, ale aby bylo hašení dostatečně účinné, je třeba, aby oxid uhličitý vznikal dostatečně rychle, důležité je také, jak dlouho bude vznikat. Žáci tedy konstruují různé typy hasicích přístrojů a směsi, z nichž lze oxid uhličitý připravit a prostřednictvím měření tlaku sledují rychlost jeho vzniku za různých podmínek průběhu chemické reakce. Zabývají se tedy některými principy chemické kinetiky, ale i rovnováhy. V úloze je využíváno tlakové čidlo, alternativně lze využít i senzor oxidu uhličitého.

Uhelné elektrárny a kyselé deště. (CHEM 05; Autor úlohy: tým Autonomní univerzity v Barceloně, Španělsko). Motivací v aktivitě je problematika kyselých dešťů a jejich vlivu na životní prostředí. V aktivitě žáci uvažují o možných kyselinotvorných oxidech vznikajících při spalování uhlí a experimentálně ověřují jejich vlastnosti. Žáci porovnávají různé oxidy a jejich příspěvek ke změnám pH při absorpci do vody při vzniku deště a dále diskutují a experimentálně ověřují případné důsledky vzniku kyselých dešťů. Žáci pracují s čidlem pro měření pH.

Čistící prostředek a vaše ruce. (CHEM 06; Autor úlohy: tým Autonomní univerzity v Barceloně, Španělsko). Některé prostředky pro čištění jsou založeny na své kyselosti, popř. zásaditosti. Při potřísnění tato vlastnost působí zdravotní problémy, neboť vede k zevním zraněním či vyrážkám, zejména v případě osob s citlivější pokožkou. Cílem žáků je porovnat různé druhy běžných kyselin a prozkoumat kyselý čistící prostředek, přičemž záměrem úlohy je vyzkoušet různé experimenty, jejichž prostřednictvím lze dosáhnout změny pH (ředění, neutralizace) a připravit takový čistící prostředek, u něž jsou zachovány jeho účinky a zároveň je jeho působení na pokožku co nejmírnější. Případně je nezbytné najít optimální řešení první pomoci při potřísnění kyselým čistícím prostředkem. Žáci pracují se senzorem pH.

Červené či bílé, sladké či suché. (CHEM 07; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace žáků je založena na řadě informací o víně, z nichž jednou z důležitých vlastností je jeho kyselost, která dává určitým vínům jejich charakteristickou chuť. Z řady důvodů je žádoucí objektivizovat tuto hodnotu a tím zjistit důležitý parametr k posouzení kvality vína. Žáci tak realizují neutralizační titraci a sledují změny, které nastávají v roztoku vzorku vína a konfrontují je s daty zjištěnými při titraci.

Dále určí kvalitu vzorku vína z pohledu jeho „suchosti“. Žáci pracují s čidlem pro měření pH.

Kvalita vody: chloridy ve vodě z kohoutku. (CHEM 08; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace je založena na stanovení kvality vody a porovnání dvou vzorků vod, z nichž jedna je vodou minerální, druhá obyčejná z kohoutku, vše je zasazeno do pozadí krátkého detektivního příběhu. Žáci se snaží identifikovat, která je která a dále stanovit obsah chloridů v obou vzorcích pomocí vodivostní titrace. Tím musí pochopit principy vedení proudu v roztocích elektrolytů a princip vodivostní titrace. Žáci pracují se senzorem vodivosti.

Jaké barvivo je obsaženo v nápoji? (CHEM 09; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace je opět založena na „polodetektivním“ příběhu, kdy existuje podezření, že jistý výrobce, v rámci konkurenčního boje, používá k barvení jím vyrobeného alkoholického nápoje neschválené karcinogenní barvivo místo barviva uvedeného na etiketě výrobku. Cílem žáka je tak určit, zda se podezření zakládá na pravdě. Musí se tak seznámit s pojmem absorpce světla a pochopit, jakým způsobem probíhá a na čem je založeno. Dále na principu srovnávání spekter stanoví, jaké barvivo se nachází ve vzorku nápoje. Úloha je přirozeně založena na měření a vyhodnocování spekter pomocí spektrofotometru.

Kolik barviva je v nápoji? (CHEM 10; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Úloha je komplementární k úloze CHEM 09 a jejím logickým rozšířením. Úkolem žáků je zjistit, zda výrobce, který barví nápoj schváleným, ale alergenním, barvivem nepřekračuje ze zjištěných důvodů normu pro barviva stanovenou. Úloha je založená na stanovení koncentrace barviva spektrofotometricky s využitím Lambert-Beerova zákona, přičemž důraz je kladen také na rozvíjení schopností práce s informačními technologiemi (např. import a export dat a jejich zpracování). Alternativou úlohy je úloha založená na stanovení obsahu mědi v měděném hřebíku, kdy je měď převedena na tetraamminměďnatý komplex, který je stanoven spektrofotometricky. Motivace k úloze je obdobná jako u CHEM 10 a je založena na obchodu s druhotnými surovinami, kdy se zdá, že měděný šrot dodávaný ze sběren nemá obsah mědi takový, jak je stanoveno ve smlouvě.

Hledání tichého vraha! (CHEM 11; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Úloha je založena na tzv. „Methanolové aféře“, která zasáhla ČR na

přelomu let 2012 a 2013 (Česká televize, 2017; MAFRA, a. s., 2019). Úkolem žáka je tak určit, zda podezřelý vzorek z obchodní sítě obsahuje nebezpečný methanol a zhruba v jakém množství. To jej vede ke zjištění skutečnosti, že tak blízké látky jako jsou methanol a ethanol lze jinými způsoby než prostřednictvím využití plynové chromatografie oddělit jen velmi obtížně. V důsledku toho musí pochopit principy a terminologii chromatografických metod a principy plynové chromatografie, a to jak s ohledem na kvalitativní, tak kvantitativní analýzu. Žák v této úloze pracuje se školním plynovým chromatografem.

Zklamáný lékárník aneb stanovení obsahu peroxidu vodíku. (CHEM 12; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Jistému lékárníkovi si chodí stěžovat mnoho pacientů, že jím dodaný peroxid vodíku k ošetření není účinný, lékárník tak přichází o pacienty. Jeho dodavatel však nechce svou vinu přiznat a trvá na tom, že jím dodávaný peroxid vodíku má deklarovanou koncentraci. Úkolem žáka je rozsoudit lékárníka a dodavatele stanovením skutečného obsahu peroxidu vodíku ve vzorku z lékárny. Žák zjistí, že peroxid vodíku nevyniká v žádném případě acidobazickými vlastnostmi, ale snadno podléhá oxidačně-redukčním reakcím. Musí tedy najít způsob, jak reakci provést a jaké čidlo použít. Úloha vede k využití čidla redoxního potenciálu (ORP).

Ze života kvasinek. (BIO 01; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace je založena na potřebě zefektivnění výroby ethanolu kvasným procesem z důvodu potřeby zvýšení produkce a tím tedy na hledání optimálních podmínek pro realizaci procesu kvašení tak, aby bylo produkováno co nejvíce alkoholu. Žáci proto vystavují směsi kvasinek a živného roztoku různým podmínkám a sledují rychlost produkce oxidu uhličitého nebo ethanolu. To provádějí s využitím čidla CO₂, ethanolu nebo tlakového čidla.

Záhada zmizelých květin aneb kde je náš poklad. (BIO 02; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace je založena na hledání pokladu, k jeho nalezení je ale nezbytné rozšířovat, co se stalo s rostlinami, které svým způsobem označovaly pozici pokladu, během doby od uschování pokladu a jeho hledání. Alternativní motivace je založena na situaci, kdy slečna Milada má ráda květiny a má jich plno v ložnici. Milada se ale dozví, že kromě fotosyntézy, při níž je produkován kyslík, zároveň probíhá u rostlin respirace, kdy se kyslík spotřebovává, zejména v noci, kdy nesvítí světlo. Může se tedy Milada v noci udusit? Úloha jako taková je založena na pochopení principů fotosyntézy, faktorů, které ji ovlivňují a jevů, které ji doprovází. Žáci úlohu realizují prostřednictvím

sledování průběhu fotosyntézy, např. při různém zastínění rostliny apod., přičemž pracují s čidly měření obsahu plynného oxidu uhličitého a plynného kyslíku.

Rostlinní predátoři. (BIO 03; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Eutrofizace vodních ploch je dalším poměrně významným ekologickým problémem. Motivace v úloze je založena na popisu vodní plochy před osídlením řasami a sinicemi a po osídlení těmito organismy a popisem ekologických důsledků děje. Cílem této z pohledu BOV relativně otevřené úlohy je podnítit žáka k navržení a experimentálnímu ověření faktorů, které mohou mít na míru eutrofizace vliv a navržení řešení, které mohou tento jev ovlivnit. Žák tak může pracovat se širokou škálou čidel, např. čidlem pro měření obsahu CO₂, O₂ a dále čidel tlaku, pH, rozpuštěného kyslíku, ORP, vodivosti a dalších.

Kdy semínka nejlépe klíčí. (BIO 04; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Motivace úlohy se soustřeďuje na potřebu vypěstovat v co nejkratším čase vlastní sazenice, aby bylo možné je osázet před blížící se sezónou. Vzhledem k tomu, že času je málo, je třeba velmi rychle prozkoumat biochemické procesy a projevy stojící za klíčením semen. Důležitou částí aktivity je na základě experimentální činnosti určit, zda za daných podmínek probíhá respirace nebo fotosyntéza a samozřejmě zároveň pochopit principy obou jevů. Sledují se rovněž faktory, které ovlivňují efektivitu monitorovaných procesů. Žáci pracují s čidly pro měření obsahu plynného oxidu uhličitého a plynného kyslíku. Uvedená úloha je pěknou ukázkou možností využití ŠMS ve výuce, neboť umožňuje sledovat poměrně jednoduše dané procesy v reálném čase, což je v případě jiných metod a procesu klíčení obtížné a většinou zdlouhavé.

Co je vaší srdeční záležitostí. (BIO 05; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Aktivita je zaměřená na monitorování činnosti srdce pomocí měření elektrokardiogramu (EKG) a dále na sledování faktorů, které EKG ovlivňují (např. fyzická aktivita, nejistota, ...). Cílem aktivity je také nasměrovat žáky k pochopení činnosti srdce, jeho skladby a jednotlivých fází činnosti, které se na EKG projevují. Žáci pracují se senzorem EKG.

Sestro! Změřte tady pacienta aneb víme vlastně, co je to krevní tlak? (BIO 06; Autor úlohy: tým Přírodovědecké fakulty, Univerzita Karlova, Praha, ČR). Úloha je zaměřená na pochopení principu funkce měření krevního tlaku a pochopení fyziologických procesů, s nimiž souvisí. Úloha se také zaměřuje na příčiny a důsledky vysokého, popř. nízkého, krevního tlaku a na faktory, které jej mohou ovlivňovat (dlouhodobé i krátkodobé, např.

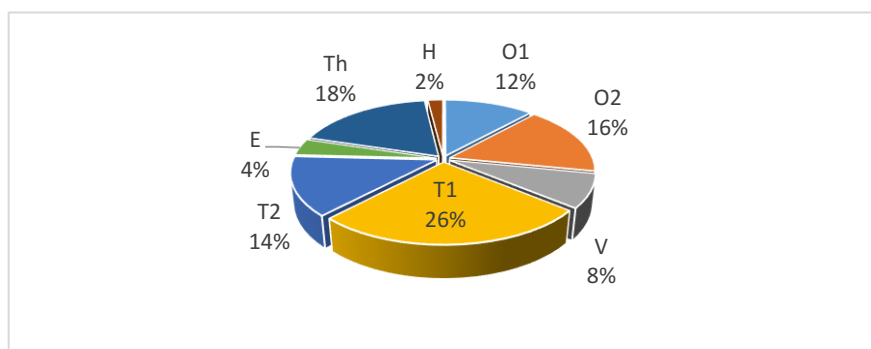
fyzická aktivita). Žáci analyzují kontinuální záznam křivky změny tlaku po vypuštění vzduchu z manžety a odečítají potřebné hodnoty, úloha je tedy také zaměřena na čtení grafu a sledování změn v grafu. Žáci pracují s čidlem měření krevního tlaku.

Ověřování úloh a analýza postojů a přístupů žáků při práci se školními měřicími systémy

Jak bylo zmíněno v kapitole „Cíle práce“, práce je primárně zaměřena na ověření a hodnocení zpracovaných aktivit (viz předchozí kapitola „Popis úloh testovaných v rámci této práce“) pro práci se ŠMS přímo ve výuce a dále na sledování názorů a postojů žáků a učitelů k práci se školními měřicími systémy. Za tímto účelem bylo využito několika metod, zejména pak sledování motivace žáků při práci se ŠMS a vyhodnocení jejich přímých názorů a postojů na uvedené prostřednictvím nově koncipovaných dotazníků. Dalším prostředkem výzkumu bylo provedení analýzy dotazů při práci se žáky na úlohách zpracovávaných s využitím ŠMS.

Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy

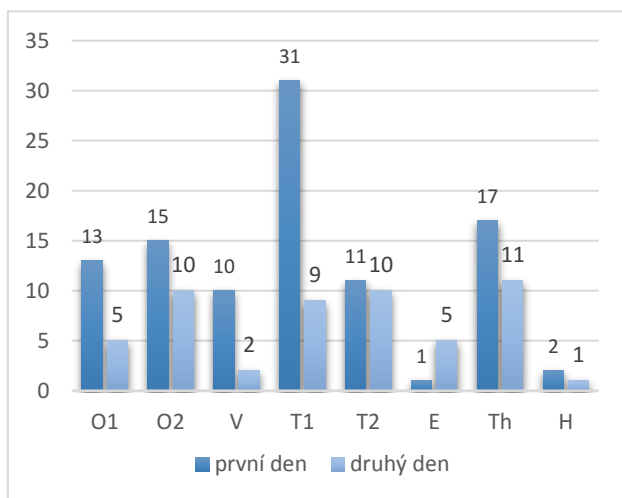
Prvním ze způsobů hodnocení postojů a názorů žáků na práci se ŠMS byla analýza dotazů, které byly položeny během dvou dnů práce na několika projektech, kdy naplnění jejich cílů bylo založeno na využití ŠMS. Detailnější popis metodiky, včetně členění dotazů do kategorií, je uveden v podkapitole „Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků v laboratorním cvičení“ v metodické části práce. Za dva dny (2. a 3. den projektu) samostatné práce 15 žáků v laboratoři bylo nashromážděno 134 dotazů, z nichž 19 spadalo současně do dvou kategorií. Tyto dotazy byly ve vyhodnocení zahrnuty do obou kategorií, proto výsledný počet činí 153 položek. První den vlastní práce s přístroji byl počet dotazů vyšší, 90 (100 vč.



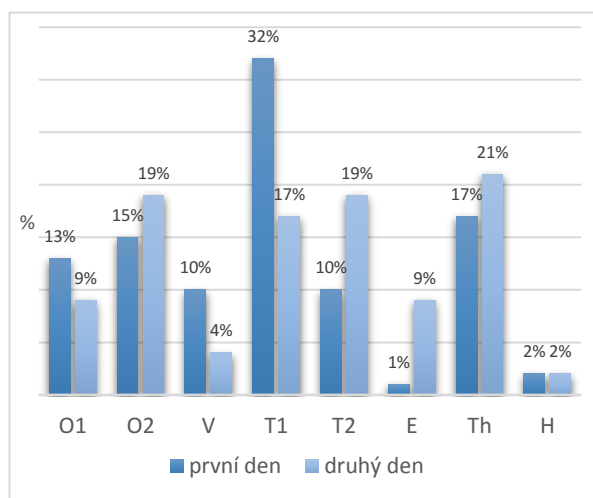
Obrázek 19: Rozdělení dotazů do kategorií shromážděných během obou dnů

zdvojených), druhý den 44 (53). Obrázek 19 ukazuje, že v obou dnech samostatné práce žáků na projektu převažovaly technické dotazy zaměřené na provedení experimentu (T1, 26 %), v menší míře pak teoretické dotazy (Th, 18 %), organizační dotazy netýkající se

experimentu (O2, 16 %) a technické dotazy k práci s přístrojem (T2, 14 %). Oproti očekávání bylo minimum dotazů konzultujících možnosti dalších aktivit k vypracování daného projektu (E, 4 %), přičemž vyšší četnost dotazů tohoto typu byla pozorována až 2. den (3. den projektu; 5 dotazů, tj. 10 %), oproti dnu prvnímu (2. den projektu; 1 dotaz, tj. 1 %). Z toho je patrné, že vlastní aktivitu začali projevovat žáci až poté, kdy přiměřeně zvládli ovládání přístrojů, orientaci v laboratoři a teorii užitých metod. Vývoj četnosti dotazů v jednotlivých kategoriích v 1. a 2. dnu lze vyčíst z obr. 20, resp. 21, který ukazuje procentuální zastoupení jednotlivých kategorií dotazů v daném dnu. Po oba dny byla téměř shodná četnost dotazů ohledně přístroje či softwaru (T2), ale díky celkovému poklesu množství



Obrázek 20: Četnost jednotlivých typů dotazů během obou dnů (2. a 3. den projektu)



Obrázek 21: Procentuální zastoupení jednotlivých typů dotazů během 2. a 3. dne projektu

dotazů během 2. dne zaujímaly tento den tyto dotazy poměrově druhé místo. Polovinu T2 dotazů však 2. den tvořily ty, které spadaly i do kategorie organizačních O2, protože se většinou týkaly problémů s otevřením flash disků na jednotlivých počítačích, zatímco v 1. dnu převládaly v kategorii T2 dotazy zaměřené na vlastní ovládání přístroje a souvisejících programů. Na základě sníženého počtu dotazů kladených ohledně ovládání přístroje během 2. dne projektu, a zahrneme-li do času potřebného k osvojení ovládání přístroje i seznamovací cvičení (1. den projektu), lze říci, že žáci byli schopni bezproblémově ovládat dané přístroje po cca 1,5–2,0 dnech používání a také, že během seznamovacího cvičení si žáci neosvojili poznatky a nezbytnou teorii v maximálně možné míře. Zmíněnou skutečnost dokládá i velký podíl dotazů týkajících se provedení experimentů (T1) během prvního dne. Zdá se, že pro zvládnutí ovládání přístroje by bylo efektivnější vyžadovat od žáků již od počátku samostatnou práci s přístrojem s možností konzultace. Oba dny se hojně vyskytovaly dotazy teoretického charakteru (Th), které druhý den tvořily největší podíl, což napovídá,

že zvládnutí teoretických principů úloh bylo náročnější než samotná práce s instrumentální technikou.

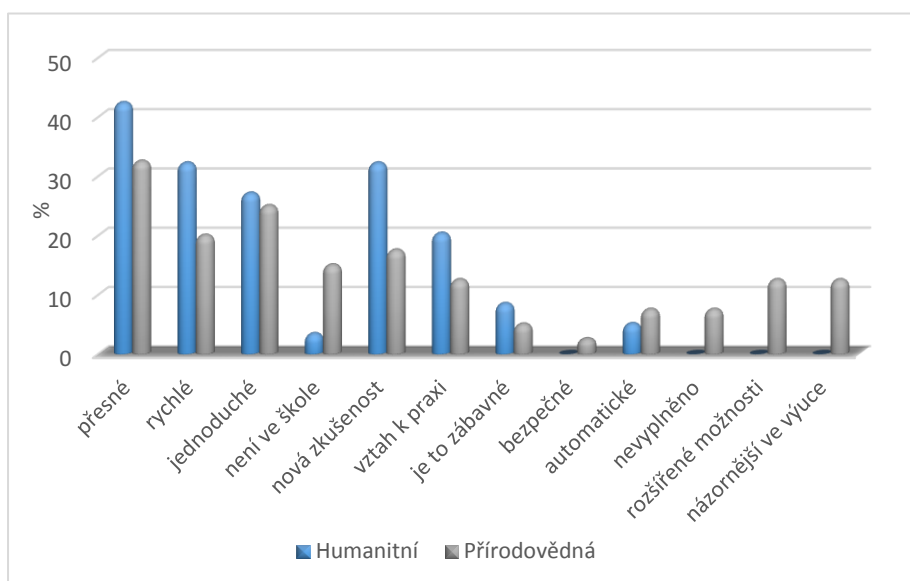
Dále bylo posuzováno, jaké procento dotazů položených během 2. a 3. dne projektu (1. a 2. dne práce se ŠMS) se týkalo přímo prováděných experimentů. Polovina dotazů se skutečně týkala aktuálních experimentů, druhou polovinu tvořily zčásti dotazy, které s experimentem nesouvisely vůbec (byly to převážně dotazy organizačního charakteru (O1, O2), např. „*Můžeme si půjčit foťák?*“ a žádosti o pomoc (31 %). Asi pětina dotazů (18 %) se částečně týkala daných experimentů, jednalo se zejména o dotazy pramenící z nejistoty správnosti provedení experimentu (T1), přičemž část z nich by žáci teoreticky měli zodpovědět na základě znalostí z jiných předmětů. Z velkého počtu organizačních dotazů vyplývá, že nároky na organizaci cvičení jsou značné, a také technická připravenost hraje pro zdárný průběh cvičení velkou roli.

Celkově je z analýzy dotazů položených během laboratorních cvičení zřejmé, že žáci jsou schopni zvládnout poměrně rychle ovládání přístrojů, ale daleko větší potíže pak činní nepřipravenost, popř. potřeba pochopení principů a provedení složitějších úloh. Překvapivá byla malá aktivita žáků při hledání dalších experimentů, které by mohli provádět v rámci svého projektu, stejně tak jako množství dotazů netýkajících se přímo prováděných laboratorních úloh. Lze z toho vyvodit, že při zavádění měřicích přístrojů do výuky by měl učitel počítat s dostatečnou časovou rezervou vyčleněnou na problémy nesouvisející s realizací cvičení.

Kvalitativní hodnocení názorů a postojů žáků při práci se školními měřicími systémy

Dalším krokem ke zjištění názorů a postojů žáků na práci se školními měřicími systémy byla realizace orientačního šetření prostřednictvím klasického dotazníku, v jehož rámci žáci přímo zodpovídali několik dotazů poté, co absolvovali laboratorní cvičení s využitím školních měřicích systémů. Vzhledem k tomu, že tato část šetření je doplněním šetření představeného v předchozí kapitole („Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy“), v rámci laboratorního cvičení žáci realizovali jednu z úloh představených v části „Kvalitativní zhodnocení dotazů žáků v laboratorním cvičení“, např. potenciometrickou titraci, vodivostní titraci nebo kvalitativní a kvantitativní spektrofotometrickou analýzu. Tyto úlohy byly klasickými úlohami typu „Kuchařka“, bez prvků BOV. Šetření se zúčastnilo 99 žáků gymnázií, konkrétně 66 dívek a 33 chlapců ve věku 15–18 let. Na základě odpovědí v dotaznících, kdy jednou z otázek bylo hodnocení

oblíbenosti jejich předmětů, bylo možné žáky rozdělit do 2 skupin. Jednou skupinou byli žáci bez preference přírodních věd, kteří často mezi oblíbenými předměty volili předměty humanitního charakteru (59 žáků, z toho 41 dívek), ve druhé skupině pak byli žáci přírodovědně zaměřeni (40 žáků, z toho 25 dívek). Tito žáci také navštěvovali přírodovědný seminář. Žádný z žáků předtím nikdy nepracoval se školními měřicími systémy. Z uvedeného dotazníku bylo k vyhodnocení vybráno 5 otázek: (O1) Jaké jsou výhody práce se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O2) Jaké jsou nevýhody práce se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O3) S jakými problémy jste se setkali během práce

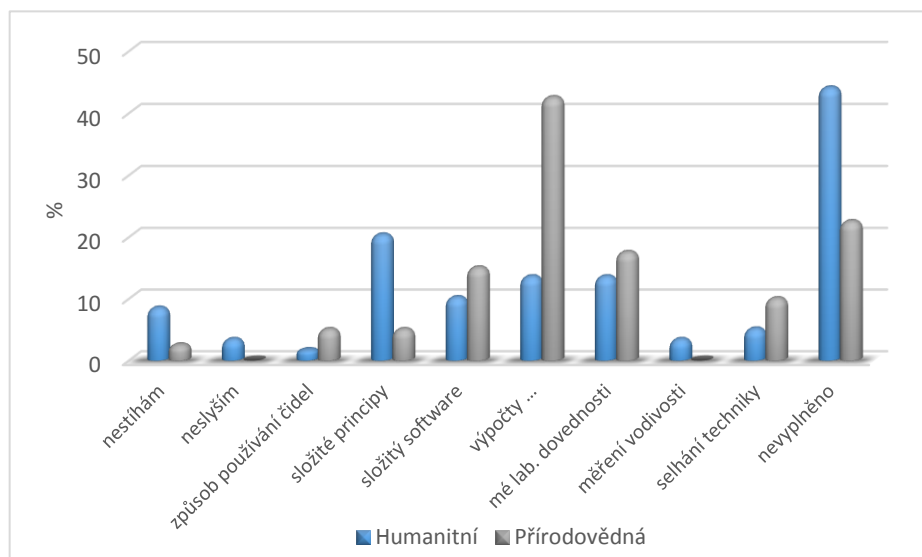


Obrázek 22: Výhody experimentu se ŠMS z pohledu žáků

se školním měřicím systémem? (volná odpověď); (O4) Přáli byste se znovu zúčastnit podobného laboratorního cvičení se školním měřicím systémem? (ANO/NE); (O5) Máte raději „tradiční“ experimenty bez využití ŠMS nebo se vám více líbila práce s nimi? (volba mezi: „tradiční“, „nezáleží na tom“, „s využitím ŠMS“). Odpovědi na otázku (O1) jsou znázorněny na obrázku 22. Mezi nejčastějšími odpověďmi se objevilo, že ŠMS jsou přesné, rychlé a dobře se s nimi pracuje. Značná část žáků také pozitivně hodnotila novou zkušenost. Celkem překvapující je značná důvěra v přesnost ŠMS, která v kombinaci s rychlostí, jakou jsou sbírána data a jednoduchostí ovládání, může vést k přehnané důvěře v technologii a nenaplněným očekáváním. Je zřejmé, že žáci si příliš neuvědomovali, že zejména přesnost měření je do značné míry ovlivněna dalšími faktory, jako jsou jejich laboratorní dovednosti, kvalita senzorů, správné nastavení měření atd. Zajímavé je, že žáci, kteří nebyli zaměřeni přírodovědně, volili nezávisle velmi podobné odpovědi jako přírodovědně zaměřeni žáci a mnohdy i v podobné míře. Přesnost ŠMS, jako hlavní výhodu, nadhodnocovali žáci humanitně zaměřeni poměrně výrazně (cca 40 %), ale ne o moc více než žáci přírodovědně

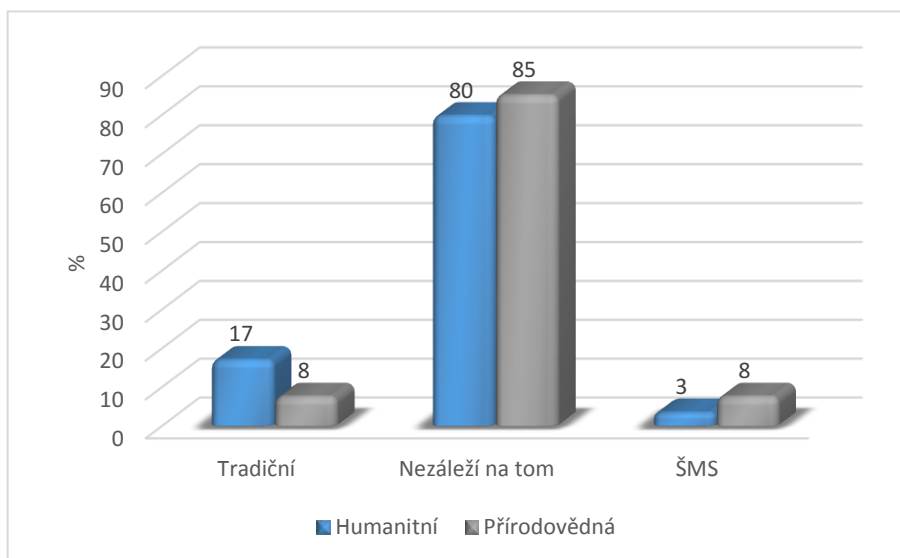
zaměření (cca 30 %). Překvapivě pak ve větší míře uváděli jako výhodu novou zkušenost a vztah k běžné laboratorní práci a běžnému životu. Žáci přírodovědně zaměřeni zase více uváděli výhodu názornosti a možnost vizualizace dějů, které bez ŠMS nelze pozorovat. Spektrum uváděných výhod bylo nicméně v případě přírodovědně zaměřených žáků širší a více k věci, jeví se tedy, že tito žáci jsou schopni lépe identifikovat přínos ŠMS pro výuku. Každopádně, ze všech pohledů byla pozitivně hodnocena rychlá odezva a zobrazení studovaného jevu. V případě otázky (O2) se většina žáků buď vyjádřila tak, že nevýhody neshledává, popř. se nevyjádřila vůbec, což lze do značné míry chápat obdobně (**Chyba! Nenalezen zdroj odkazů.**). Přesto, poměrně značné části žáků (cca 25–30 %) se přece jen jevily ŠMS být složitými, někteří pak projevíli obavu, že ŠMS mohou při měření selhat. Ukázalo se, že uváděná „složitost“ se ani tak netýká samotné práce a ovládání ŠMS a čidel, ale zejména ve spojení s příslušnou teorií a dalšími požadavky, např. nutnost využívání výpočtů apod., se žáci cítili přetížení. Je v tomto ohledu patrné, že práce se ŠMS kombinuje potřeby více schopností, je kognitivně, manuálně i technicky relativně náročná, teoretické principy za úlohami mohou být také složité a všechny schopnosti je třeba adekvátně kombinovat. Překvapivě, jako nevýhody „složitost“ i „selhání měření“ uváděli ve větší míře žáci přírodovědně zaměřené skupiny, zdá se tedy, že preference k přírodním vědám nemusí být v tomto ohledu pro implementaci ŠMS výhodou. Naopak, žáci nezaměřeni přírodovědně se ve větší míře (cca 15 % oproti cca 5 %) obávali možnosti rozbití zařízení. Naštěstí, tato obava je s ohledem na jistou robustnost ŠMS celkem lichá. Jako další nevýhody využití ŠMS byly zmiňovány cena a časová náročnost měření. Jde o faktory, které eliminuje čas (v případě ceny), druhý faktor lze eliminovat dobrým výběrem úloh a organizací cvičení. Uvádění nevýhody laboratorního cvičení s využitím ŠMS byly víceméně konkretizovány v podobě odpovědí na otázku (O3) (viz Obrázek 23). Tam se jednoznačně ukázalo, že hlavním problémem takového cvičení je nutnost realizace výpočtů. Tento problém zmínilo 15–40 % žáků, daleko více jej pak zmiňovali žáci z přírodovědně zaměřené skupiny. To by bylo překvapivé, ale z celkového pohledu, pouze 5 % žáků této skupiny uvádělo, že teorie za úlohami je složitá, ale naopak, takto se vyjádřilo 20 % žáků ze skupiny zaměřené humanitně.

Je zřejmé, že žáci přírodovědné skupiny lépe identifikovali svůj problém a dále jej zjevně více vnímali. Selhání ve výpočtu viděli jako problém, zatímco žákům z humanitní skupiny se to tak nejevilo. Celkově lze ale ze zkušeností ze cvičení říci, že problémy s výpočty měly obě skupiny velmi podobné. Celkem sebekriticky zhruba 15 % žáků (srovnatelně v obou



Obrázek 23: Problémy vnímané žáky v průběhu laboratorního cvičení se ŠMS

skupinách) uvádělo jako problém nedostatečné laboratorní dovednosti při realizaci dalších činností souvisejících se splněním úkolů (příprava roztoků, ředění roztoků, pipetování atd.). Problémy týkající se přímo práce se ŠMS žáci uváděli poměrně málo, celkově do 15 % v obou skupinách. V případě otázky (O4) se většina žáků projevila pozitivně a podobné cvičení by si přála zopakovat. Nicméně, zde se projevil preference přírodovědných skupin, kde byl zájem ještě výrazně vyšší než u humanitně zaměřených žáků (92 % proti 81 %). Zajímavé výsledky poskytlo i vyhodnocení otázky (O5). Ukázalo se, že žáci víceméně nepreferují tradiční experimenty bez využití školních měřicích systémů oproti těm, kdy se školní měřicí systémy používají (Obrázek 24). Takto se vyjádřilo více než 80 % žáků. Těch, co preferují tradiční experimenty bylo zhruba 12 %, více pak mezi humanitně zaměřenými žáky (cca 17 %). Toto číslo ale není nijak alarmující a rozhodně se nezdá, že by tradiční experiment vítězil nad tím počítačově podporovaným. V daném ohledu se zjevně projevuje, že žáci rádi experimentují a způsob realizace experimentu se nezdá být až tak zásadní.



Obrázek 24: Preference žáků mezi tradičním a počítačem podporovaným experimentem

Celkově lze říci, že výsledky šetření naznačují pozitivní přístup žáků k využívání školních měřicích systémů ve výuce. Žáci mnoho problémů neshledávají, možná mají v některých případech ve školní měřicí systémy až přílišnou důvěru. Používání ŠMS žáky se jako problém nejeví, a to ani u humanitně zaměřených žáků. Problémem ale mohou být další činnosti a úkoly, které úlohy provází, zejména se jedná o nedostatečnou znalost teoretických principů úloh a dále například o nedostatečnou znalost příslušných matematických principů a postupů. Z hlediska výběru úloh a organizace cvičení to nepochybně znamená, že učitel musí brát ohled na schopnosti svých žáků a dobře hodnotit, zda příslušné schopnosti a znalosti mají. Dalším zajímavým zjištěním je, že se nezdá, že by žáci preferovali tradiční experimenty oproti těm s využitím ŠMS, což je s ohledem na zavádění ŠMS do výuky dobrá zpráva. Testování úloh ale naznačilo, že využívání tradičních úloh typu „kuchařka“ může být někdy demotivující, zvláště jsou-li kombinovány nutností znalosti teoretických principů se složitějšími kognitivními činnostmi. Z tohoto důvodu se jeví jako užitečné úlohy obohatit o motivační prvky. Je nicméně otázkou, zda taková implementace skutečně zapůsobí na motivaci žáků pozitivně.

Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na chemii

Tato část práce je zaměřena na výsledky šetření zaměřeného na sledování motivace (motivační orientace) českých žáků s ohledem na práci se školními měřicími systémy v případě aktivit orientovaných na chemii. Data byla získána, zpracována a vyhodnocena dle metodiky v kapitole Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn,

přičemž výsledky nám dávají informace jak o postojích a názorech žáků k daným úlohám, tak o přístupu a názorech na práci se ŠMS. Šetření realizovaného v České republice, zejména na pražských gymnáziích a SŠ, se zúčastnilo 196 žáků třetích a druhých ročníků čtyřletých gymnázií a SŠ (95 chlapců a 92 dívek, 9 neuvedlo pohlaví; průměrný věk 17,8 let, $SD = 0,92$) z osmi středních škol: tři skupiny žáků byly z běžných tříd (Škola 1 ($N = 16$), Škola 2 ($N = 17$) - mimopražská, Škola 3 ($N = 15$) - soukromá), tři skupiny žáků byly z výběrového chemického semináře (Škola 4 ($N = 45$), Škola 5 ($N = 15$), Škola 6 ($N = 16$)) a dvě skupiny byli žáci ze středních odborných škol (Škola 7 ($N = 21$) – obor technické lyceum, Škola 8 ($N = 42$) – obor chemie). Všichni žáci v šetření realizovali pouze jednu aktivitu, tedy celkový počet evaluací (odevzdaných dotazníků) je shodný s počtem účastníků šetření. Všechna laboratorní cvičení byla realizována na pracovišti autorů aktivit, tedy v laboratořích Katedry učitelství a didaktiky chemie Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy a byla vedena pracovníky PřF UK a učiteli chemie příslušných skupin žáků. V rámci výzkumného šetření vyplnili žáci před realizací aktivity motivační vstupní dotazník (pre-test) a po realizaci cvičení a aktivity výstupní dotazník (post-test); laboratorní cvičení trvalo, včetně administrace dotazníků, cca 90–120 min. Dotazníky jsou založeny na nástrojích MSLQ a IMI. Vstupní motivační dotazník vyplnili všichni žáci z uvedeného počtu, výstupní motivační dotazník vyplnilo celkem 125 žáků.

V rámci tohoto šetření byly s žáky realizovány následující aktivity: (1) Antacida a kyselina v žaludku (aneb zkoumání pH v žaludku a antacid); (2) Krásný skleník, v němž rostliny hynou (sledování spekter různých chemických sloučenin a chlorofylu a absorpce světla těmito barvivy plus emise světla); (3) Červené nebo bílé? (zjišťování kyselosti vína, pH titrace); (4) Kvalita vody: chloridy ve vodě z kohoutku (stanovení chloridů v pitné vodě prostřednictvím konduktometrické titrace), (5) Spektroskopie (kvalitativní a kvantitativní analýza barviv) a (6) Hledání tichého vraha (plynová chromatografie směsi ethanolu a methanolu).

Tabulka 4 ukazuje hodnoty Cronbachova alfa pro všechny námi sledované subškály výzkumných nástrojů MSLQ a IMI. Tabulka naznačuje, že vnitřní konzistence výsledků je ve většině pozorovaných subškálách na požadované úrovni, neboť hodnota Cronbachova alfa překračuje všeobecně přijímané minimum 0,7 (DeVellis, 2012; Kline, 2011) prakticky ve všech zvolených subškálách. Výjimkou jsou dvě sledované subškály vstupního dotazníku, subškály 3 a 4 – „Sebeúčinnost v učení se“ a „Vědomí vlastní zodpovědnosti při

učení se“, kde je získaná hodnota nižší než požadovaná, byť se hodnotě 0,7 zhruba blíží. Nicméně, získané výsledky v těchto subškálách je třeba považovat za nepříliš věrohodné.

Tabulka 4: Pozorované subškály a koeficienty reliability (Cronbachova alfa) pro motivační orientace žáků

Subškála (vstupní dotazník)	α	Subškála (výstupní dotazník)	α
1 Vnitřní cílová orientace	0,73	1 Zájem / Potěšení	0,86
2 Vnější cílová orientace	0,74	2 Uvědomění si svých schopností	0,76
3 Sebeúčinnost v učení se	0,65	3 Vynaložené úsilí / Důležitost	0,83
4 Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení se	0,59	4 Význam / Užitečnost	0,73

Rovněž lze podotknout, že data jsou nejen spolehlivá, což dokazuje uvedený odhad úrovně vnitřní konzistence v rámci sledovaných subškál, ale také validní, což bylo dokázáno prostřednictvím jiné studie, kde byly (s analogickými slovenskými daty) psychometrické vlastnosti obou výzkumných nástrojů sledované komplexněji, přičemž kromě reliability byla hodnocená také úroveň konstruktové validity prostřednictvím konfirmační faktorové analýzy (CFA – confirmation factor analysis) (Skoršepa, 2015; Skoršepa & Šmejkal, 2015, 2016).

Korelační analýza naznačuje silné korelace pouze mezi škálami výstupního dotazníku (Tabulka 5), což lze zdůvodnit tak, že všechny tyto škály odpovídají vnitřní motivaci a seberegulaci v učení se. Určité slabší korelace lze ve vstupním dotazníku pozorovat mezi položkami subškál „vnitřní cílová orientace“ a „sebeúčinnost v učení se“ a všemi položkami výstupního dotazníku. První korelace víceméně koresponduje s tím, že obě tyto subškály vstupního dotazníku souvisí s vnitřní motivací. Stejně tak, subškála vnitřní cílová orientace samozřejmě souvisí s vnitřní motivací, stejně jako všechny položky výstupního dotazníku. Naopak, položka výstupního dotazníku Pre2 (vnější cílová orientace) nekoreluje se subškálou Pre1 (vnější cílová orientace) vůbec a stejně tak s položkami výstupního dotazníku, neboť se týkají jiných druhů motivací (vnější vs. vnitřní). Dále, položky vstupního dotazníku navzájem prakticky nekorelují, což odpovídá tomu, že každá subškála se týká jiného typu motivační orientace (až na zmíněné Pre1 a Pre3 vstupního dotazníku). Uvedené naznačuje velmi přijatelnou vnitřní integritu získaných dat. Z dalších důsledků uvedených korelací v tabulce 5 (např. vysoká korelace mezi Post1, Post2 a Post3 navzájem; v tabulce jsou tyto významné korelace vyznačeny šedým podbarvením) lze např. zmínit, že pokud žáky úloha (laboratorní práce) bavila, uvědomovali si zároveň její význam a rádi věnovali úsilí pro splnění kladených úkolů. Z toho nicméně vyplývá a zároveň se potvrzuje, že motivační aspekt je třeba při koncepci úlohy mít na mysli a do úloh tyto prvky důsledně vkládat.

Tabulka 5: Korelační matice (Spearmanova) pro jednotlivé škály motivačních orientací.

	Subškála	Pre1	Pre2	Pre3	Pre4	Post1	Post2	Post3	Post4
Pre1	Vnitřní cílová orientace	1							
Pre2	Vnější cílová orientace	-0,07	1						
Pre3	Sebeúčinnost v učení se	0,48**	0,22**	1					
Pre4	Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení	0,31**	0,03	0,22**	1				
Post1	Zájem/potěšení	0,19	0,05	0,21	0,12	1			
Post2	Uvědomění si svých schopností	0,32**	0,15	0,33**	0,16	0,71**	1		
Post3	Vynaložené úsilí/důležitost	0,32**	0,17	0,34**	0,30**	0,53**	0,57**	1	
Post4	Význam/užitečnost	0,40**	0,01	0,31**	0,29**	0,67**	0,55**	0,57**	1

** - Korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,01 (2-tailed)

Dále byl sledován vliv vybraných faktorů (pohlaví, věk, navštěvovaná škola, absolvovaná aktivita) na motivační orientace žáků, konkrétně metodou analýzy rozptylu (ANOVA – jednopřůchodová) a prostřednictvím T-testu. Výsledky sumarizuje Tabulka 6:

Tabulka 6: Statistická významnost (p-hodnoty) čtyř sledovaných faktorů (vstupní i výstupní dotazník) - Rozdíly mezi skupinami jsou považovány za významné na hladině 0,05, statisticky významný rozdíl je zvýrazněn šedě.

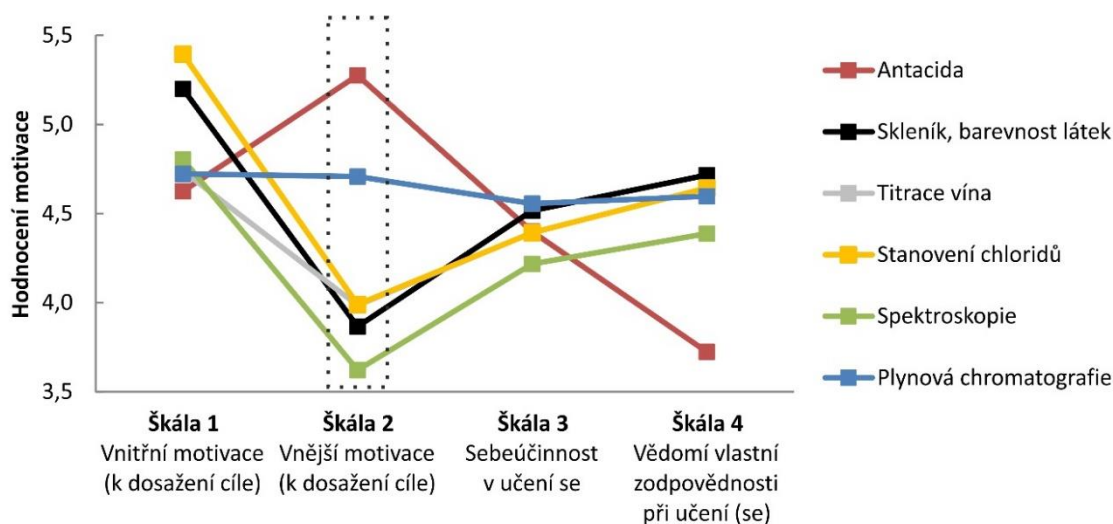
	Škála	Pohlaví	Škola	Věk	Aktivita
Pre1	Vnitřní cílová orientace	0,986	0,016	0,231	0,110
Pre2	Vnější cílová orientace	0,335	0,224	0,412	0,005
Pre3	Sebeúčinnost v učení se	0,419	0,222	0,165	0,703
Pre4	Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení se	0,545	0,044	0,172	0,129
Post1	Zájem/potěšení	0,552	0,024	0,236	0,517
Post2	Uvědomění si svých schopností	0,719	0,095	0,494	0,985
Post3	Vynaložené úsilí/důležitost	0,040	0,001	0,780	0,096
Post4	Význam/užitečnost	0,246	0,055	0,454	0,468

Závislost motivační orientace na pohlaví se při studiu motivačních orientací žáků v případě uvedených úloh nepotvrdila, což naznačuje, že práci se školními měřicími přístroji nepreferují více chlapci, u nichž lze předpokládat technickou preferenci spíše než u děvčat. Jediný statisticky významný rozdíl v případě pohlaví byl vysledován v případě škály „vynaložené úsilí/důležitost“, kdy dívky byly ochotny pro splnění cílů aktivity vynaložit větší úsilí a přikládali jí větší důležitost než chlapci ($F(1,122) = 4,292$, $p = 0,040$; $M_{\text{chlapci}} = 4,79$, $SD = 1,28$, $M_{\text{dívky}} = 5,23$, $SD = 1,03$). Jakkoliv mezi chlapci a dívkami byl v případě subškály Post3 identifikován statisticky významný rozdíl, je otázkou, zda je rozdíl mezi chlapci a děvčaty takový, aby bylo z věcného pohledu smysluplné se jím zabývat, např. zpracovat rozdílné aktivity pro chlapce a dívky, jinak organizovat měření apod. V těchto případech je vhodné nezaměřovat se pouze na statistickou významnost (a příslušnou p hodnotu), ale zabývat se také tzv. významností věcnou (Blahuš, 2000; Soukup, 2013). Zjednodušeně řečeno, cílem je zhodnotit, zda rozdíl je opravdu tak velký, že má smysl činit nějaké opatření. V těchto případech je vhodné určit tzv. velikost účinku („size-effect“), např.

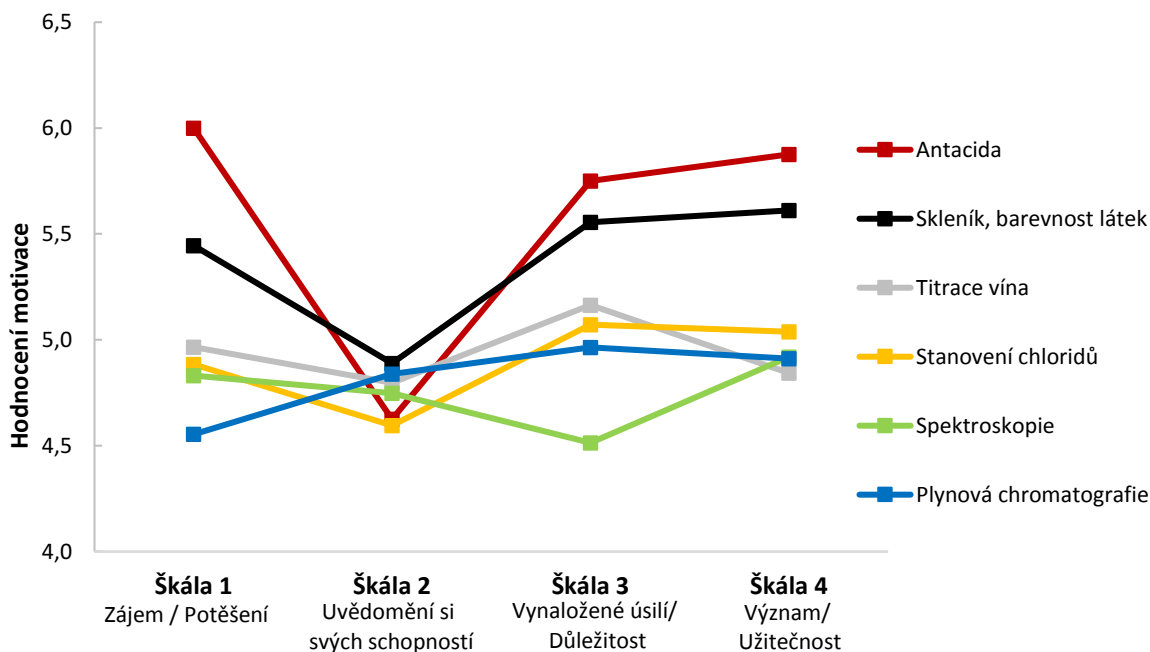
prostřednictvím tzv. Cohenova d (J. Cohen, 1988; Soukup, 2013), kdy lze velikost účinku rozdělit na malý (zhruba $d \in (0,2-0,5)$), střední ($d \in (0,5-0,8)$) a velký ($d > 0,8$). V našem případě je hodnota Cohenova d : $d_{Post3} = 0,35$. Je zřejmé, že velikost účinku v rozdílu mezi chlapci a děvčaty je malá a tedy, z věcného pohledu nemá smysl ji přeceňovat a činit v tomto ohledu větších opatření.

Podobně jako u pohlaví nebyla prakticky žádná závislost motivační orientace žáků vysledována ani v případě věku (popř. navštěvovaného ročníku), nicméně, věkové rozmezí ve sledované skupině žáků bylo poměrně malé na to, aby se uvedený faktor významněji projevil. Výsledek nicméně naznačuje, že aktivity jsou pro žáky SŠ ve věku 16–19 let vhodné a není je nutné optimalizovat pro každou věkovou skupinu zvlášť. Překvapivě se také neprojevila žádná závislost na realizované aktivitě a dle všeho žáci všechny aktivity z pohledu jejich motivace vnímali prakticky totožně a víceméně nadprůměrně, neboť drtivá většina hodnocení motivace ležela nad hodnotou 4. To naznačuje, že vytvořené aktivity jsou z hlediska motivace velmi dobře využitelné pro výuku na SŠ. Za zajímavé lze považovat, že žáci, kteří se cvičení účastnili, nevnímali např. spektroskopická měření, i přes jistou obtížnost, za méně motivující než např. měření pH a potenciometrickou titraci vína. Z diskuzí se žáky lze vyvodit, že jejich motivace k realizaci úlohy vyplývala zejména z úvodního příběhu, který byl hlavním motivačním prvkem, samotný obsah úlohy byl prostředkem ke splnění cílů, nehrál tedy s ohledem na motivaci až takový vliv. To se projevuje ve většině položek vstupního a výstupního dotazníku, u výstupního dotazníku lze daný výsledek vysvětlit také tím, že všechny úlohy byly pro žáky obdobně náročné. Jedinou výjimkou, kde se projevila závislost na aktivitě (úloze), byla škála vstupního dotazníku „vnější cílová orientace“ ($F(5,159) = 3,499$, $p = 0,005$; $M_{Antacida} = 5,28$, $SD = 1,18$; $M_{Skléník} = 3,87$; $SD = 1,21$; $M_{Vino} = 3,98$; $SD = 1,44$; $M_{Chloridy} = 3,99$; $SD = 1,30$; $M_{GC} = 4,71$; $SD = 1,15$; $M_{Spektro} = 3,62$; $SD = 1,43$), kde se ukázalo, že z hlediska vnější cílové orientace žáci byli nejvíce motivováni realizovat aktivitu s antacidy (ovlivňování pH v žaludku pomocí antacid) a dále plynovou chromatografií (Obrázek 25; vyznačený obdélník), zejména oproti úloze zaměřené na kvalitativní spektrofotometrické stanovení barviva. Post hoc testy ale ukázaly, že významný rozdíl je zejména mezi těmito aktivitami ($\eta^2_{Sol} = 0,10$), rozdíl mezi aktivitou zaměřenou na antacida a dalšími aktivitami (kromě uvedeného kvalitativního stanovení) je nevýznamný. Po realizaci úloh ale žáci již žádnou z nich nepreferovali (Tabulka 6 a Obrázek 26). Celkově tak lze říci, že motivační orientace žáků před realizací aktivity (vstupní dotazník) prakticky nezávisí na realizované aktivitě, což není nijak

překvapivé, protože povětšinou před realizací aktivity žáci moc nevěděli, co budou dělat a kromě názvu s úlohou (i dle zkušenosti z realizace) seznámení příliš nebyli, podobně jako u biologicky orientovaných aktivit (viz kapitola „Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na biologii“).



Obrázek 25: Motivační orientace žáků – vstupní dotazník (pre-test) – vliv realizované aktivity (průměry; čím vyšší číslo na ose y, tím vyšší míra motivace)



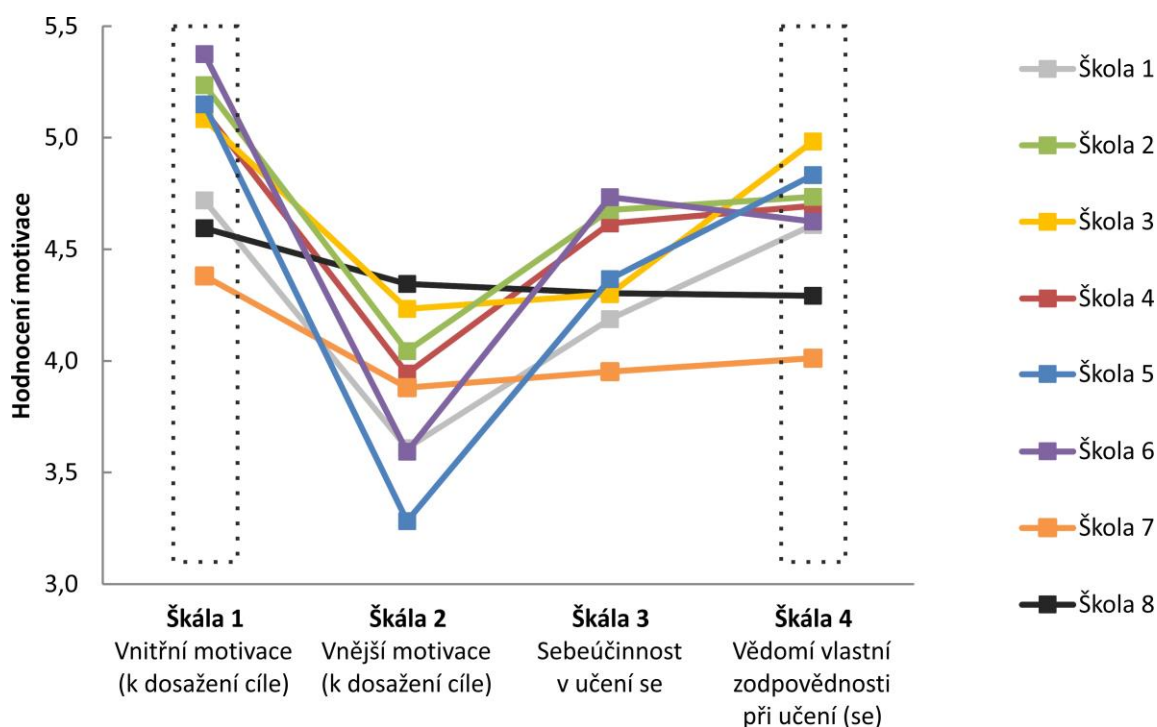
Obrázek 26: Subškály vnitřní motivace žáků – výstupní dotazník (post-test) - vliv realizované aktivity

Jak bylo řečeno, po realizaci aktivity žáci žádnou z nich nepreferovali (Tabulka 6), přičemž za důležité lze nicméně považovat, že všechny testované úlohy byly pro žáky víceméně motivující, neboť průměrné hodnocení motivace leželo nad hodnotou 4 (Obrázek 26).

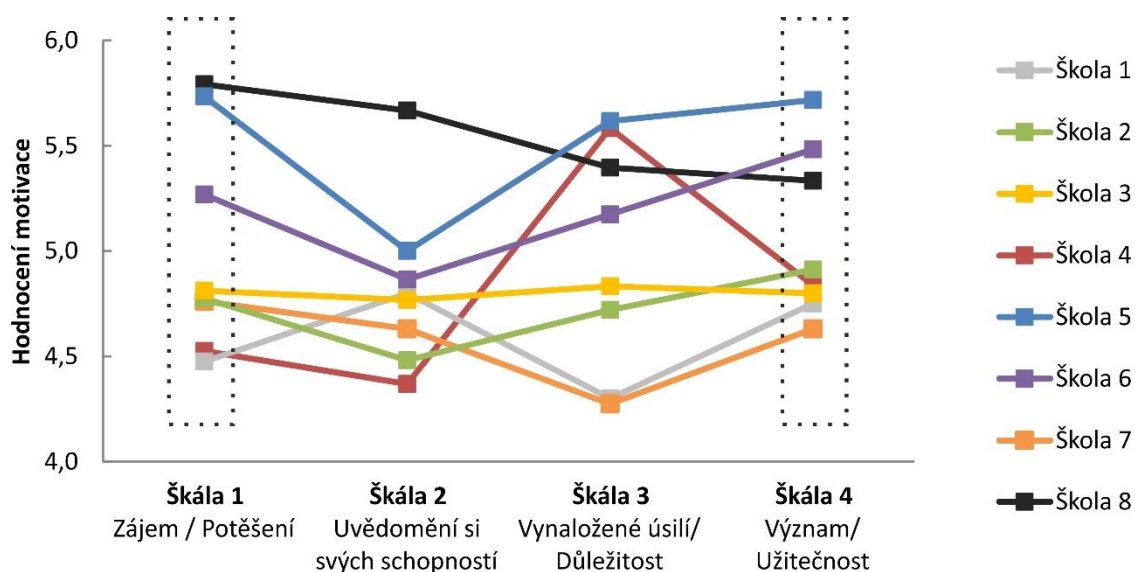
Hrubé srovnání hodnot Pre1 (vnitřní cílová orientace) a Post1 (Zábava/potěšení), které jsou hlavní složkou vnitřní motivace v uvedených nástrojích, naznačuje, že po realizaci cvičení vnitřní motivace u většiny úloh mírně rostla, pokles lze vysledovat pouze u aktivity zaměřené na stanovení chloridů.

Ve výsledku pak jediným faktorem, u něž analýza dat ukázala významnější vliv na motivační orientace žáků, je navštěvovaná škola (Tabulka 6). V tomto případě lze vypořádat rozdíly mezi jednotlivými skupinami (školy) v několika položkách vstupního dotazníku – ve vnitřní cílové motivaci (Pre1) ($F(7,179) = 2,554$, $p = 0,016$; $M_{škola1} = 4,72$; $SD = 0,92$; $M_{škola2} = 5,24$; $SD = 1,06$; $M_{škola3} = 5,08$; $SD = 0,97$; $M_{škola4} = 5,12$; $SD = 0,88$; $M_{škola5} = 5,15$; $SD = 0,82$; $M_{škola6} = 5,38$; $SD = 0,72$; $M_{škola7} = 4,38$; $SD = 1,42$; $M_{škola8} = 4,60$; $SD = 1,18$) a u „Uvědomění vlastní zodpovědnosti při učení se“ (Pre4) ($F(7,179) = 2,113$, $p = 0,044$; $M_{škola1} = 4,61$; $SD = 0,72$; $M_{škola2} = 4,74$; $SD = 0,78$; $M_{škola3} = 4,98$; $SD = 0,85$; $M_{škola4} = 4,69$; $SD = 1,00$; $M_{škola5} = 4,83$; $SD = 0,99$; $M_{škola6} = 4,63$; $SD = 1,00$; $M_{škola7} = 4,01$; $SD = 1,26$; $M_{škola8} = 4,29$; $SD = 1,00$) (viz Obrázek 27). Podobně lze vypořádat také rozdíly ve výstupním měření u subškál „Zájem/potěšení“ (Post1) ($F(7,116) = 2,424$, $p = 0,024$; $M_{škola1} = 4,48$; $SD = 0,85$; $M_{škola2} = 4,77$; $SD = 1,43$; $M_{škola3} = 4,81$; $SD = 1,24$; $M_{škola4} = 4,53$; $SD = 1,45$; $M_{škola5} = 5,73$; $SD = 1,04$; $M_{škola6} = 5,27$; $SD = 1,28$; $M_{škola7} = 4,76$; $SD = 1,28$; $M_{škola8} = 5,79$; $SD = 0,99$) a „Vynaložené úsilí/důležitost“ (Post3) ($F(7,116) = 3,871$, $p = 0,001$; $M_{škola1} = 4,30$; $SD = 0,79$; $M_{škola2} = 4,72$; $SD = 1,21$; $M_{škola3} = 4,83$; $SD = 1,61$; $M_{škola4} = 5,58$; $SD = 0,94$; $M_{škola5} = 5,62$; $SD = 0,93$; $M_{škola6} = 5,17$; $SD = 1,05$; $M_{škola7} = 4,27$; $SD = 0,95$; $M_{škola8} = 5,40$; $SD = 1,13$) (Obrázek 28, vyznačené rámečky).

Komplexnější interpretace výsledků je v případě uvedeného faktoru (navštěvovaná škola) obtížnější, neboť jednotlivé školy se velmi liší a významný vliv na výsledky má nejen kvalita a koncepce úloh, či práce se ŠMS, ale roli hrají také atmosféra školy, konkrétní skupina žáků (třída), kvalita a osobnost učitele a další vlivy. Z výsledků (obrázky 27 a 28) lze vysledovat, že ve vstupním dotazníku (položky Pre1 a Pre4) byli motivovanější žáci gymnázií více než odborných středních škol. To může být způsobeno také tím, že na obou středních odborných školách je výuka přírodních věd vedena s důrazem na naučení se a zvládnutí faktů, zároveň je poměrně výrazně obohacena laboratorními cvičeními ve srovnání s gymnázii.



Obrázek 27: Motivační orientace žáků – vstupní dotazník – vliv navštěvované školy (průměry)

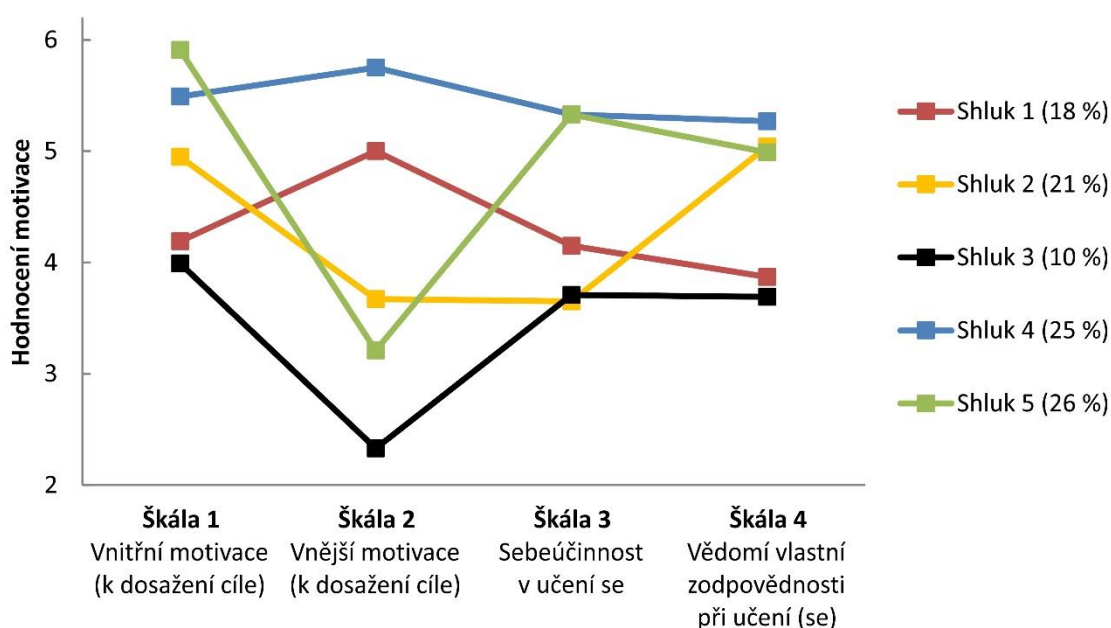


Obrázek 28: Motivační orientace žáků – výstupní dotazník – vliv navštěvované školy (střední hodnoty)

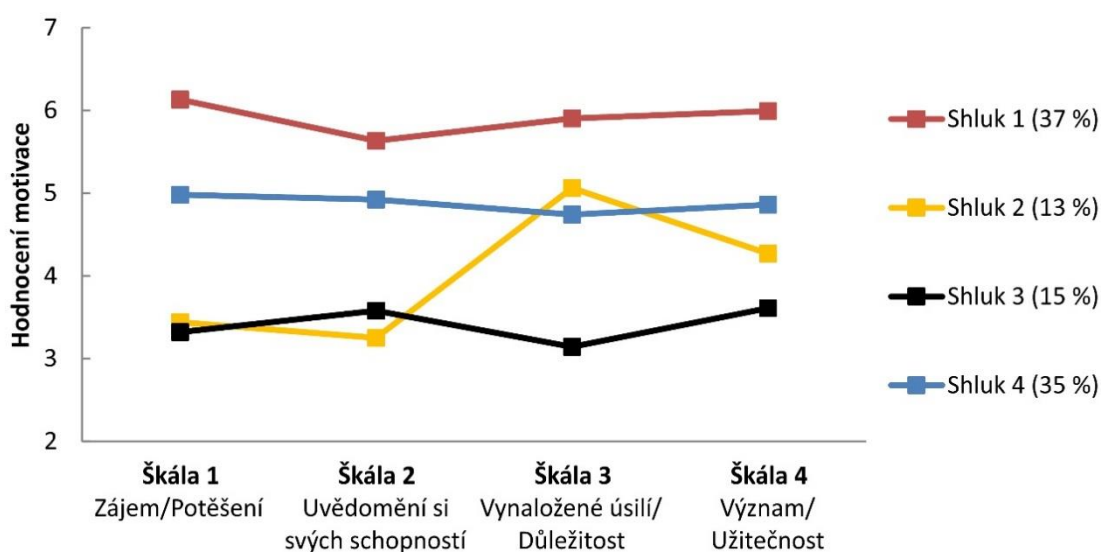
Žáci se tedy na další laboratorní cvičení „netěšili“ tak jako žáci sledovaných gymnázií. Dalším faktorem, který mohl přispět k danému výsledku, bylo, že v případě žáků gymnázií se jednalo často o žáky seminářů zaměřených na chemii, zatímco u žáků odborných středních škol se jednalo o běžné třídy. Statisticky významné rozdíly byly vysledovány také u škály „Zájem/potěšení“ (Post1) a „Vynaložené úsilí/důležitost“ (Post3). I v tomto případě lze věcnou významnost rozdílu posoudit podle velikosti účinku. V případě parametrického testu ANOVA je velikost účinku obvykle vyjadřována jako η^2 , přičemž zhruba platí, že pro

$\eta^2 \in (0,01; 0,06)$ jde o malý efekt, v případě $\eta^2 \in (0,06; 0,14)$ o střední účinek a v případě $\eta^2 > 0,14$ o velký efekt (J. Cohen, 1988). Vypočtené hodnoty η^2 jsou následující: $\eta^2_{Pre1} = 0,09$; $\eta^2_{Pre4} = 0,08$; $\eta^2_{Post1} = 0,11$ a $\eta^2_{Post3} = 0,19$. Vliv školy, kterou žáci studují je tak větší, než vliv např. pohlaví. Výsledky hodnocení ukazují, že žáci některých škol považovali realizaci úlohy za důležitou a byli ochotni jí věnovat vyšší úsilí (školy 4, 5, 6 a 8), jiní již méně (školy 1 a 7), ale stále vždy nadprůměrně. Hrubé srovnání hlavních složek vnitřních motivací (subškály Pre1 a Post1) ukazují, že celkově vnitřní motivace mírně vzrostla, ale v některých případech docházelo k poklesům tohoto typu motivace (školy 2, 3 a 4), jinde zase k nárůstu (školy 5, 7 a 8). K tomu přispěla zejména škola 8, jejíž žáci nebyli příliš motivováni před realizací aktivity, po její realizaci (výstupní dotazník) naopak projeví nejvyšší motivaci. Cvičení, aktivity a zvolený jiný přístup k řešení úlohy, než tito žáci používají běžně, tyto žáky zjevně zaujal nejvíce a jejich vnitřní motivace tak výrazně vzrostla. Vzhledem k tomu, že statisticky významné rozdíly byly identifikovány u subškál, které souvisí s vnitřní motivací žáků, výsledky taktéž naznačují, že dané školy navštěvují různě motivovaní žáci a při výběru té „správné“ školy hraje roli vnitřní motivace žáka. Není asi nijak překvapující, že mezi školami a jejich žáky je rozdíl v tom, jak k dané úloze a technologii přistupují a je přirozené, že v některých třídách byly aktivity a využití ŠMS přijaty pozitivněji a v jiných méně pozitivně. Je ale zřejmé, že všude pozitivně (hodnocení leželo vždy nad hodnotou 4), byť ne vždy úlohy a využití ŠMS splnily očekávání žáků (např. školy 2 a 4). Ukazuje se ale, že uvedené aktivity a využití ŠMS nejsou demotivující a jejich využitím lze motivaci ovlivňovat, nezdá se při tom, že by roli hrála skutečnost, zda je škola odborná či nikoliv a zda je mimopražská či nikoliv (post hoc testy a rozhovory se žáky). Dále výsledky naznačují, že důležité je využít adekvátní didaktický a pedagogický přístup a učitel by měl vždy dobře zhodnotit povahu své třídy a povahu aktivit a nepoužívat je bezmyšlenkovitě, což zjevně nemusí vést ke kýženému efektu. Znovu se ukazuje, že technologie je spíše prostředkem, nikoliv cílem, stejně tak použité výukové metody. Vzhledem k velmi odlišným podmínkám jednotlivých škol je nemožné na základě získaných dat identifikovat všechny faktory, které mohou implementaci aktivity s využitím ŠMS ovlivnit a jsou ve faktoru školy zahrnuty. Lze spekulovat, že důležitou složkou bude učitel. Z hlediska motivace žáků je ovšem možné k bližšímu prozkoumání skutečnosti využít shlukové analýzy a na jejím základě žáky rozdělit do skupin motivovaných a méně motivovaných žáků.

Data získaná z dotazníků proto byla zpracována shlukovou (klastrovou) analýzou. Nejprve byla provedena hierarchická shluková analýza dat ze vstupních a výstupních dotazníků, s využitím Wardovy metody, která ukázala, že žáci mohou být na základě svých odpovědí rozděleni do 5 různých shluků v případě vstupních dotazníků a do 4 různých shluků v případě výstupních dotazníků. Následná nehierarchická shluková analýza (K-průměry) určila středy jednotlivých shluků (obrázky 29 a 30).



Obrázek 29: Výsledky shlukové analýzy dat ze vstupních dotazníků (konečné středy shluků)



Obrázek 30: Výsledky shlukové analýzy dat z výstupních dotazníků (konečné středy shluků)

Jak již bylo zmíněno, motivace žáků před realizací cvičení dosahovala nadprůměrných výsledků, a to téměř ve všech škálách (Pre1, Pre3, Pre4), průměrné motivační skóre vždy leželo nad hodnotou 4, nebo alespoň okolo hodnoty 4 (Obrázek 29). Výjimkou je škála patřící „vnější motivaci“. Přestože shluků bylo identifikováno 5, je zřejmé, že shluky 4 a 5 a shluky 1 a 3 jsou z pohledu motivačních orientací velmi podobné, kromě položky náležející právě vnější cílové orientaci. Shluky 4 a 5 sdružují (vnitřně) velmi motivované žáky a jejich hodnocení motivačních orientací se povětšinou pohybuje nad hodnotou 5. Těchto žáků je něco málo přes polovinu všech účastníků šetření. Z toho lze vyvodit, že většina žáků byla k realizaci aktivit poměrně dobře vnitřně motivována, menší pak byla vnější motivace žáků, což ale není na škodu, neboť tato komponenta má menší vliv na úspěch žáka v řešení úlohy. Průměrně motivovaných žáků bylo zhruba 21 % a vyjádření jejich motivace v rámci dotazníků se pohybovalo okolo hodnoty 4. Opět se u nich projevovala celkově nižší vnější motivace oproti ostatním položkám. Nejméně (vnitřně) motivovaných žáků (shluky 1 a 3) je zhruba 30 % a průměrné hodnocení těchto shluků se blíží spíše hodnotě 3,5. Je opět zajímavé, že u shluků 1 a 3 se žáci příslušející jednotlivým skupinám liší opět pouze ve škále příslušející vnější motivaci. Patrně se projevuje vliv školy, který se ukázal být signifikantní. Celkově lze zopakovat, že většina žáků byla k realizaci aktivit motivována nadprůměrně a tito žáci přistupovali k praktiku s využitím školních měřicích systémů pozitivně.

Na obrázku 30 je prezentován výsledek shlukové analýzy pro případ výstupních dotazníků, který ukázal 4 shluky. Oproti vstupním dotazníkům, shluky jsou ve všech subškálách rozloženy rovnoměrněji než v případě vstupních dotazníků, což je ale logické, neboť všechny subškály tentokrát náleží komponentám vnitřní motivace a naznačuje to jejich vzájemnou provázanost. Shluky 2 a 3 vykazují v průměrných hodnoceních značnou podobnost a liší se pouze v názoru na úsilí vynaložené k realizaci aktivit a jejich důležitost. V tomto ohledu lze žáky účastníce se šetření rozdělit zhruba do tří skupin. Vysokou vnitřní motivaci vykazují žáci ve shluku 1 (37 %), shluk 4 sdružuje žáky s mírně nadprůměrnou motivací (35 %), poslední skupina (shluky 1 a 2) pak žáky, u nichž vnitřní motivace byla po realizaci cvičení podprůměrná (celkem 28 % žáků). Není asi překvapivé, že úlohy nezaujaly všechny žáky a že u určité skupiny došlo ke snížení motivačních orientací a motivace. Mohlo k ní dojít zejména v důsledku skutečnosti, že obtížnost úloh byla vyšší, i vzhledem k tomu, že byly zaměřeny mj. na fyzikálně-chemickou problematiku. Pozitivním sdělením pak může být, že zbytek žáků (72 %, tedy většina) zjevně vnímal praktické cvičení s využitím ŠMS dobře a bylo pro ně motivující. V uvedených proporcích (72 % vs 28 %) lze zhruba zhodnotit

i jednotlivé položky výstupního dotazníku. Uvedenou většinu žáků práce na aktivitách s využitím školních měřicích systémů bavila a pokládali je za důležité a byli také ochotni věnovat vyšší úsilí ke splnění cílů aktivity. Zbytek žáků pak k úlohám přistupoval v rámci jejich zpracování spíše neutrálně či negativně. Celkově výsledky naznačují, že vytvořené aktivity mají z pohledu motivace žáků potenciál při využití ve výuce chemie prostřednictvím ŠMS, popř. prostřednictvím badatelsky orientované výuky, a že školní měřicí systémy mají ve výuce své místo z řady důvodů, a zájem a motivace žáků může být jedním z nich. Motivace pro práci s nimi je zřejmá a většina sledovaných žáků je pokládá taktéž za důležité.

I přes předpoklad technických preferencí chlapců se ukazuje, že pohlaví nemá velký vliv na motivační orientace a dívky pracují se školními měřicími systémy stejně „spokojeně“ jako chlapci. Naopak, celkem nepřekvapivě, velký vliv má škola, kde ale pro zhodnocení vlivu hraje roli řada dalších faktorů, které lze komplexně zhodnotit jen obtížně a může to být podkladem pro další výzkumy. Některé výsledky post hoc testů naznačují, že v tomto ohledu je významným činitelem učitel, ale pro potvrzení této skutečnosti by bylo žádoucí realizovat šetření vždy s více učiteli z jedné školy, optimálně i ve stejném ročníku.

Aspekt motivace je důležitým a často zmiňovaným prvkem výuky, ve spojení se školními měřicími systémy však dosud nebyl v ČR zkoumán, a proto není možné porovnat výsledky s jinými výzkumy. Je ale možné porovnat výsledky výzkumu mezi jednotlivými partnery projektu COMBLAB. Nabízí se nám nejbližší partner, Slovensko, kde byly rovněž ověřovány chemické úlohy vytvořené v rámci výše uvedeného projektu. Veškeré výsledky jsou dostupné v publikaci M. Skoršepy (Skoršepa, 2015). Při podrobném porovnání lze zjistit, že výsledky slovenského partnera dosahují ve většině škál na Likertově škále vyššího skóre. Přitom oba partneři ověřovali stejný materiál, na podobných zařízeních (slovenské měřicí systémy byly navíc propojené se stolním počítačem, nikoli notebookem či tabletem jako v případě českého partnera) s téměř shodným metodickým postupem. Zjevně se do výsledků ale promítají další proměnné, jejichž přesná identifikace nebyla v původním záměru výzkumu zamýšlená. Vnitřní motivaci v přírodovědném učení se v českém prostředí zabýval rovněž nedávný projekt ESTABLISH (Kekule & Žák, 2014), v jehož rámci bylo připraveno 18 poměrně rozsáhlých učebních jednotek reflektujících současná témata přírodovědného vzdělávání. Jako výzkumný nástroj byl použit dotazník, který mimo vlivu vnitřní motivace sledoval, jak žáci vnímají důležitost přírodních věd a technologií ve společnosti a zda mají zpracované učební jednotky vliv na rozhodování žáků věnovat se dále přírodním vědám. Ověřované jednotky byly žáky hodnoceny kladně (na škále

zájem/potěšení dosahovalo skóre 69–83 %) a jen o něco méně pozitivně byla hodnocena užitečnost tématu.

Celkově lze říci, že v případě práce se ŠMS a úloh zaměřených na chemii se ukázalo, že motivační orientace žáků jen málo závisely na sledovaných faktorech (použitá aktivita, věk, pohlaví). V případě pohlaví se ukázalo, že dívky byly v položce „vynaložené úsilí/důležitost“ motivovanější o něco více než chlapci, ale věcně byl rozdíl malý. Aktivitly byly v průměru žáky hodnoceny prakticky navzájem rovnocenně, snad jen úlohy vztahující se k medializovaným tématům a lidskému tělu byly z pohledu vnější cílové motivace (vstupní dotazník) hodnoceny lépe, žáci tedy před jejich zpracováním projeví vyšší očekávání. Nejdůležitějším faktorem, který v případě námi studovaného vzorku žáků ukázal statisticky významné rozdíly mezi odpověďmi, byla navštěvovaná škola. Lze říci, že z hlediska motivace jsou mezi školami rozdíly, tedy žáci jednotlivých škol nebudou k úlohám přistupovat stejně a nezískají ani stejné poznatky. Přirozeně jde o faktor významný a další výzkum v této oblasti je žádoucí. Dále lze konstatovat, že většina žáků studovaného dostupného vzorku byla před realizací aktivity dostatečně motivovaná, což ukázala nadprůměrná hodnocení jejich motivačních orientací. Výjimkou je škála vnější cílové orientace, kde žáci, ve srovnání s ostatními škálami, většinou vykazovali nižší vnější cílovou orientaci. Ukázalo se také, že většina žáků po realizaci cvičení uváděla vysokou motivaci (37 %) či vyšší motivaci (35 %), žáci tedy přijali aktivity ve své většině pozitivně. Uvedené výsledky naznačují, že realizované chemicky orientované aktivity jsou zpracovány konzistentně a z pohledu motivace žáků jsou vhodné pro výuku. Práce na aktivitách a se školními měřicími systémy žáky ve většině zjevně bavila, a tak lze i celkově říci, že jsou žáci nakloněni implementaci měřicích systémů do výuky.

Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na biologii

Další část výzkumu byla zaměřena na sledování motivačních orientací žáků při práci se školními měřicími systémy a na evaluaci úloh zaměřených na biologická témata. V rámci tohoto šetření bylo testováno šest úloh (1) Ze života kvasinek (Kvasnice & kvašení); (2) Záhada zmizelých květin aneb kde je náš poklad (Fotosyntéza); (3) Rostlinní predátoři (Eutrofizace); (4) Kdy semínka nejlépe klíčí? (Klíčení semen); (5) Co je vaší srdeční záležitostí aneb jak ovlivnit tlukot srdce? (EKG) a (6) Sestro! Změřte tady pacienta aneb víme vlastně, co je krevní tlak? (Krevní tlak).

Šetření bylo realizováno na skupině 278 žáků (177 dívek; průměrný věk = 16,0 let, SD = 0,82) z následujících tří středních škol: Škola B1 (N = 117), Škola B2 (N = 146) a Škola B3 (N = 15). Někteří žáci realizovali více než jednu aktivitu, celkově tedy bylo provedeno 327 evaluací. Všechny evaluace byly realizovány na spolupracujících školách a vedeny učiteli biologie na těchto školách, využity byly opět vstupní a výstupní dotazníky MSLQ a IMI, stejně jako v případě aktivit zaměřených na chemii.

Tabulka 7 ukazuje hodnoty Cronbachova alfa pro všechny testované subškály, přičemž za důvěryhodná lze považovat data v těch subškálách, kde dostaneme hodnotu $\alpha > 0,7$. Z prezentovaných hodnot je zřejmé, že vnitřní konzistence dat v odpovědích v jednotlivých subškálách je prakticky ve všech případech velmi dobrá, ve dvou případech (vstupní, Pre-test 2 a Pre-test 4) jsou ovšem hodnoty Cronbachova alfa na hraně přijatelnosti.

Tabulka 7: Subškály a koeficienty reliability (Cronbachova alfa) pro motivační orientace žáků v případě testování úloh orientovaných na biologii

Subškála (vstupní dotazník)	α	Subškála (výstupní dotazník)	α
1 vnitřní cílová orientace	0,77	1 zájem/potěšení	0,87
2 vnější cílová orientace	0,70	2 uvědomění si svých schopností	0,82
3 sebeúčinnost v učení se	0,73	3 vynaložené úsilí/důležitost	0,80
4 vědomí vlastní zodpovědnosti při učení	0,69	4 význam/užitečnost	0,79

Korelační analýza ukazuje silnou korelaci zejména mezi subškálami post-testu (Tabulka 8).

Tabulka 8: Korelační matice (dle Spearmana) pro motivační orientace

	Subškála	Pre1	Pre2	Pre3	Pre4	Post1	Post2	Post3	Post4
Pre1	vnitřní cílová orientace	1							
Pre2	vnější cílová orientace	0,186**	1						
Pre3	sebeúčinnost v učení se	0,551**	0,297**	1					
Pre4	vědomí vlastní zodpovědnosti při učení	0,524**	0,238**	0,369**	1				
Post1	zájem/potěšení	0,442**	0,187**	0,320**	0,311**	1			
Post2	uvědomění si svých schopností	0,373**	0,291**	0,422**	0,268**	0,653**	1		
Post3	vynaložené úsilí/důležitost	0,475**	0,314**	0,347**	0,258**	0,622**	0,616**	1	
Post4	význam/užitečnost	0,510**	0,241**	0,363**	0,377**	0,785**	0,629**	0,628**	1

** - Korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,01 (2-tailed)

To odpovídá skutečnosti, že všechny tyto subškály odpovídají nějakým způsobem vnitřní motivaci a vlastní regulaci v plnění výukových cílů a opět, obdobně jako v případě testování chemicky orientovaných úloh, lze konstatovat, že např. považují-li žáci téma za významné/užitečné, jsou ochotni věnovat při zpracování úkolu na něj zaměřeného vyšší

úsilí, zároveň je práce více baví (a naopak) a díky tomu jsou ochotni věnovat vyšší úsilí ke splnění cílů úkolu. Již méně, opět dle očekávání, korelují položky vstupního a výstupního dotazníku a také položky Pre1, Pre3 a Pre4. Je ale patrné, že nějaký vztah lze identifikovat, například vyšší vnitřní cílová orientace souvisí patrně s vyšším vědomím vlastní zodpovědnosti při učení. Stejně tak, do určité míry korelují položky Pre1 a Post1 až Post4, které všechny souvisí s vnitřní motivací žáka. Jen velmi mírně, a rozhodně nejméně ze všech, pak, opět dle očekávání, korelují položky Pre2 (vnější cílová orientace) a Pre1 (vnitřní cílová orientace) a Pre2 a Post1 až Post4, vzhledem k tomu, že každá odpovídají jinému druhu motivace.

Dalším cílem bylo zhodnotit jednotlivé faktory (zejména pohlaví, realizovaná aktivita, škola), které mohou motivaci a motivační orientace pro práci se ŠMS ovlivňovat. Prostřednictvím neparametrických testů (Kruskal-Wallisův test a Mann-Whitneyův test) byly zjištěny následující skutečnosti. Motivační orientace jsou závislé na pohlaví a částečně také na skutečnosti, ze které školy jsou daní žáci (popřípadě na tom, jaký učitel je učí; viz Tabulka 9).

Tabulka 9: *p-hodnoty (hodnoty statistické významnosti) pro tři studované faktory – pohlaví, škola, realizovaná aktivita (pre- a post-test)*

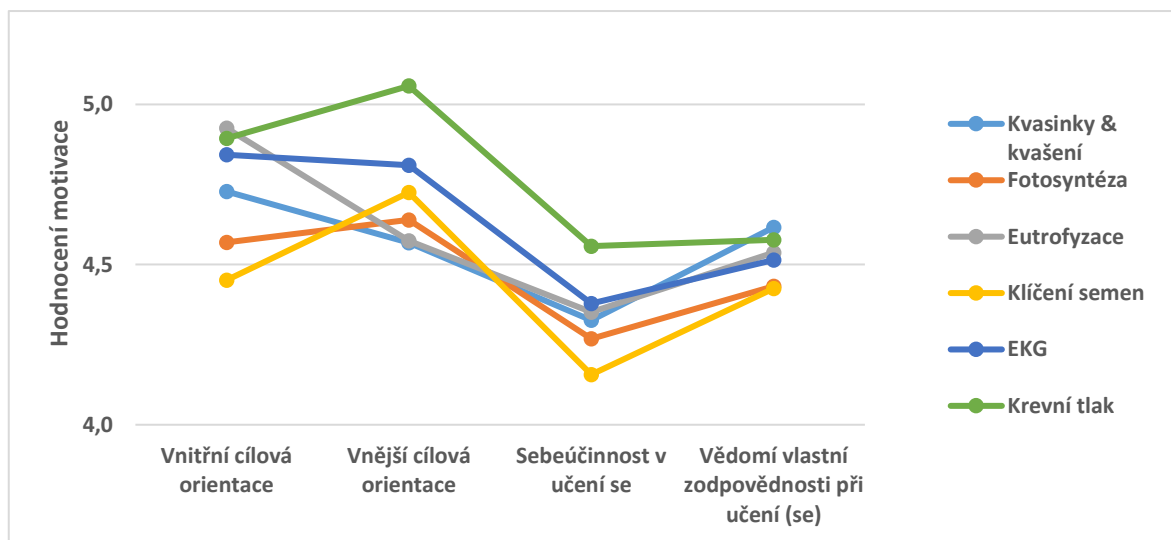
	Subškála	Pohlaví	Škola/učitel	Věk	Realizovaná aktivita
Pre1	vnitřní cílová orientace	0,002	0,003	0,084	0,170
Pre2	vnější cílová orientace	0,121	0,303	0,191	0,589
Pre3	sebeúčinnost v učení se	0,000	0,326	0,157	0,462
Pre4	vědomí vlastní zodpovědnosti při učení	0,003	0,011	0,002	0,779
Post1	zájem/potěšení	0,000	0,000	0,003	0,000
Post2	uvědomění si svých schopností	0,000	0,252	0,102	0,005
Post3	vynaložené úsilí/důležitost	0,022	0,008	0,005	0,019
Post4	význam/užitečnost	0,002	0,000	0,000	0,000

Rozdíl mezi skupinami je statisticky významný na hladině významnosti 0,05.

V případě pohlaví, výsledky ukázaly statisticky významný rozdíl v odpovědích ve všech subškálách pre-testu, vyjma vnější cílové orientace. Ve všech ostatních subškálách tedy byli chlapci statisticky významně motivovanější: subškála vnitřní cílové motivace ($U = 10\,593,000$; $z = -3,157$; $p = \mathbf{0,002}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 181,88$; $MR_{\text{Dívky}} = 148,85$; $M_{\text{Chlapci}} = 4,92$; $SD = 1,10$; $M_{\text{Dívky}} = 4,50$; $SD = 1,22$). Největší rozdíly pak byly pozorovány v subškálách „Sebeúčinnost v učení se“ ($U = 8\,902,500$; $z = -5,147$; $p = \mathbf{0,000}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 193,15$; $MR_{\text{Dívky}} = 139,30$; $M_{\text{Chlapci}} = 4,61$, $SD = 1,11$, $M_{\text{Dívky}} = 4,06$, $SD = 0,92$), a „Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení“ ($U = 10\,739,500$; $z = -2,985$; $p = \mathbf{0,003}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 180,90$; $MR_{\text{Dívky}} = 149,68$; $M_{\text{Chlapci}} = 4,69$; $SD = 1,06$; $M_{\text{Dívky}} = 4,36$, $SD = 0,99$). Tento rozdíl ve

vstupním dotazníku by mohl být vysvětlen techničtější zaměřením chlapců, kteří tím pádem byli motivovanější pro práci se ŠMS s tím, že v jejich využití viděli potenciál pro svůj další rozvoj. V případě dotazníků vyplňovaných po realizaci aktivity, statisticky významný rozdíl byl pozorován ve všech subškálách dotazníku: zájem/potěšení ($U = 9\,916,000$; $z = -3,950$; $p = \mathbf{0,000}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 186,39$; $MR_{\text{Dívky}} = 145,02$; $M_{\text{Chlapci}} = 5,31$; $SD = 1,30$; $M_{\text{Dívky}} = 4,77$; $SD = 1,27$), Uvědomění si svých schopností ($U = 10\,028,000$; $z = -3,818$; $p = \mathbf{0,000}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 185,65$; $MR_{\text{Dívky}} = 145,66$; $M_{\text{Chlapci}} = 5,15$; $SD = 1,27$; $M_{\text{Dívky}} = 4,65$; $SD = 1,16$), Vynaložené úsilí/důležitost ($U = 11\,331,000$; $z = -2,288$; $p = \mathbf{0,022}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 176,96$; $MR_{\text{Dívky}} = 153,02$; $M_{\text{Chlapci}} = 5,17$; $SD = 1,12$; $M_{\text{Dívky}} = 4,91$; $SD = 1,10$) a Význam/užitečnost ($U = 10\,615,500$; $z = -3,129$; $p = \mathbf{0,002}$; $MR_{\text{Chlapci}} = 181,73$; $MR_{\text{Dívky}} = 148,97$; $M_{\text{Chlapci}} = 5,27$; $SD = 1,11$; $M_{\text{Dívky}} = 4,88$; $SD = 1,19$). Průměrné hodnoty vyjádření chlapců přitom byly statisticky významně pozitivnější než vyjádření děvčat, což lze i v tomto případě interpretovat tak, že technicky založenější chlapci nejen viděli ve využití ŠMS vyšší význam pro svůj rozvoj než dívky (jak naznačují výsledky pre-testu), ale zároveň se v jejich očích tato skutečnost potvrdila i po absolvování cvičení. Dále chlapce práce se školními měřicími systémy a rovněž aktivity samotné více zaujaly než dívky. Jakkoliv mezi chlapci a dívkami byl v případě většiny uvedených subškál identifikován statisticky významný rozdíl, na rozdíl od testování motivačních orientací s chemicky orientovanými aktivitami, i v tomto případě je otázkou, zda je rozdíl mezi chlapci a děvčaty takový, aby mělo smysl úlohy upravovat, např. tak, aby více odpovídaly přáním dívek, popř. měnit organizaci cvičení, pokud je realizováno převážně s dívkami. Podobně jako v případě hodnocení motivačních orientací u chemicky zaměřených úloh (kapitola „Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na chemii“), i v tomto případě je žádoucí zabývat se věcnou významností (Blahuš, 2000; Soukup, 2013). I u neparametrických testů, využitých v tomto případě, lze hodnoty ze statistického vyhodnocení transformovat na velikost účinku (B. Cohen, 2008; J. Cohen, 1988; Fritz, Morris, & Richler, 2012). V těchto případech je hodnota velikosti účinku obvykle vyjadřována jako η^2 , přičemž zhruba platí, že pro $\eta^2 \in (0,01; 0,06)$ jde o malý efekt, v případě $\eta^2 \in (0,06; 0,14)$ o střední účinek a v případě $\eta^2 > 0,14$ o velký efekt (J. Cohen, 1988). V našem případě jsou velikosti účinku v daných subškálách následující: $\eta^2_{\text{Pre1}} = 0,03$; $\eta^2_{\text{Pre3}} = 0,08$; $\eta^2_{\text{Pre4}} = 0,03$; $\eta^2_{\text{Post1}} = 0,05$; $\eta^2_{\text{Post2}} = 0,04$; $\eta^2_{\text{Post3}} = 0,02$; $\eta^2_{\text{Post4}} = 0,03$. Je zřejmé, že rozdíl mezi chlapci a děvčaty je ve většině případů malý a tedy, z věcného pohledu nemá smysl rozdíl mezi nimi přeceňovat a činit v tomto ohledu větších opatření.

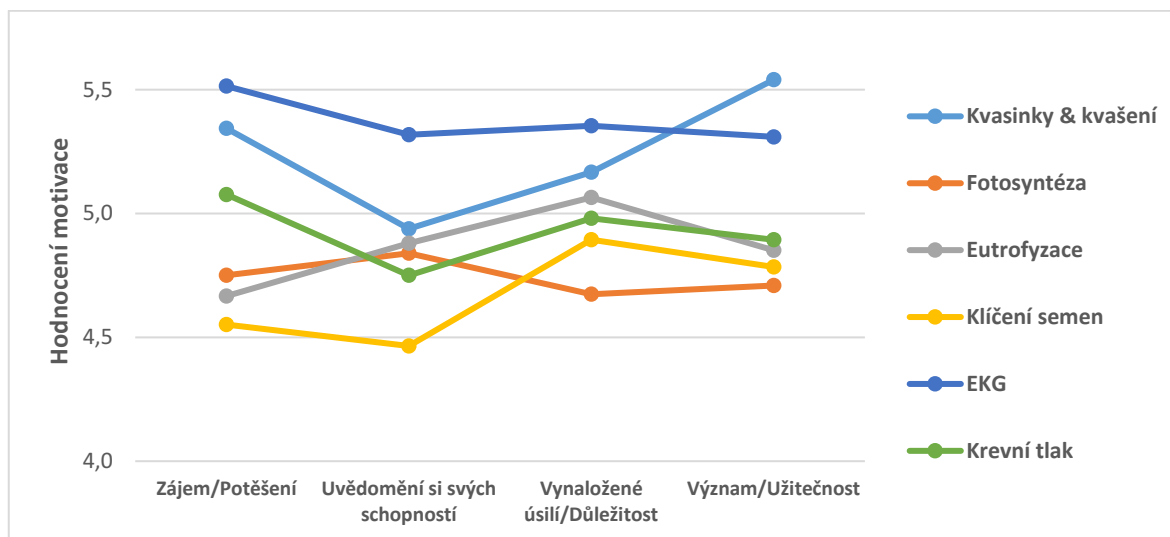
Druhým sledovaným faktorem byla realizovaná aktivita. V tomto případě nebyly vysledovány žádné statisticky významné rozdíly mezi odpověďmi na položky pre-testu. Znamená to, že žáci přistupovali před realizací aktivity ke všem úlohám stejně, tedy nepreferovali realizaci některé z nich. Analýza rozhovorů se žáky nicméně ukázala, že jedním z důvodů byla skutečnost, že se na laboratorní cvičení příliš nepřipravovali, ani po teoretické, ani po praktické stránce. Jinými slovy, vlastně pořádně nevěděli, co budou dělat, maximálně znali název úlohy, a to i přesto, že materiály k úlohám jim byly poskytnuty předem a žáci byli o přípravu požádáni. Chabá příprava opět samozřejmě komplikovala průběh cvičení, což je patrné i z výsledků kapitoly „Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy“, kdy teoretických dotazů bylo zhruba 18 %, k čemuž lze přiřadit ještě část z dotazů technických (cca 26 %). V tomto ohledu je nicméně výsledek analýzy motivačních orientací celkem logický. Za všech okolností, z obrázku 31 je patrné, že přece jen některé úlohy vykázaly, celkem nepřekvapivě, určité odlišnosti vůči ostatním v případě vyšších hodnot motivačních orientací v subškálách Vnější cílová orientace a Sebeúčinnost v učení se, přičemž se jedná o úlohy související s lidským tělem (úlohy zaměřené na měření tlaku krve a EKG), což svým způsobem naznačuje v těchto úlohách vyšší očekávání žáků.



Obrázek 31: Hodnocení motivačních orientací žáků před realizací aktivity (průměrné hodnoty)

Naopak, průměrné hodnoty motivačních orientací v položkách výstupního dotazníku (post-testu) se liší poměrně významně, jak je zřejmé z obrázku 32, tyto rozdíly jsou zároveň statisticky významné, jak je zřejmé z příslušných p hodnot (Tabulka 9). Získané hodnoty ukazují statisticky významné rozdíly ve všech 4 subškálách post-testu: Zájem/potěšení ($\chi^2(5) = 27,666$; $p = 0,000$; $M_{1\text{-kvasnice}} = 5,34$; $SD = 1,23$; $M_{2\text{-fotosyntéza}} = 4,75$; $SD = 1,42$;

$M_{3\text{-eutrofyzace}} = 4,67$; $SD = 1,11$; $M_{4\text{-klíčení}} = 4,55$; $SD = 1,24$; $M_{5\text{-EKG}} = 5,51$; $SD = 1,05$; $M_{6\text{-krevní_tlak}} = 5,08$; $SD = 1,68$; Uvědomění si svých schopností ($\chi^2(5) = 16,885$; $p = 0,005$; $M_{1\text{-kvasnice}} = 4,94$; $SD = 1,12$; $M_{2\text{-fotosyntéza}} = 4,84$; $SD = 1,22$; $M_{3\text{-eutrofyzace}} = 4,88$; $SD = 1,03$; $M_{4\text{-klíčení}} = 4,46$; $SD = 1,32$; $M_{5\text{-EKG}} = 5,32$; $SD = 1,15$; $M_{6\text{-krevní_tlak}} = 4,75$; $SD = 1,42$); Vynaložené úsilí/důležitost ($\chi^2(5) = 13,481$; $p = 0,019$; $M_{1\text{-kvasnice}} = 5,17$; $SD = 1,10$; $M_{2\text{-fotosyntéza}} = 4,67$; $SD = 1,23$; $M_{3\text{-eutrofyzace}} = 5,06$; $SD = 1,03$; $M_{4\text{-klíčení}} = 4,89$; $SD = 1,01$; $M_{5\text{-EKG}} = 5,35$; $SD = 1,10$; $M_{6\text{-krevní_tlak}} = 4,98$; $SD = 0,99$) a Význam/užitečnost ($\chi^2(5) = 24,004$; $p = 0,000$; $M_{1\text{-kvasnice}} = 5,54$; $SD = 0,94$; $M_{2\text{-fotosyntéza}} = 4,71$; $SD = 1,40$; $M_{3\text{-eutrofyzace}} = 4,85$; $SD = 0,88$; $M_{4\text{-klíčení}} = 4,78$; $SD = 1,11$; $M_{5\text{-EKG}} = 5,31$; $SD = 1,00$; $M_{6\text{-krevní_tlak}} = 4,89$; $SD = 1,35$). Pokud se podíváme na data na obrázku 32 blíže, zjistíme, že všechny testované úlohy byly pro žáky motivující, neboť průměrná vyjádření motivačních orientací leží nad hodnotou 4, ale ne všechny stejně.

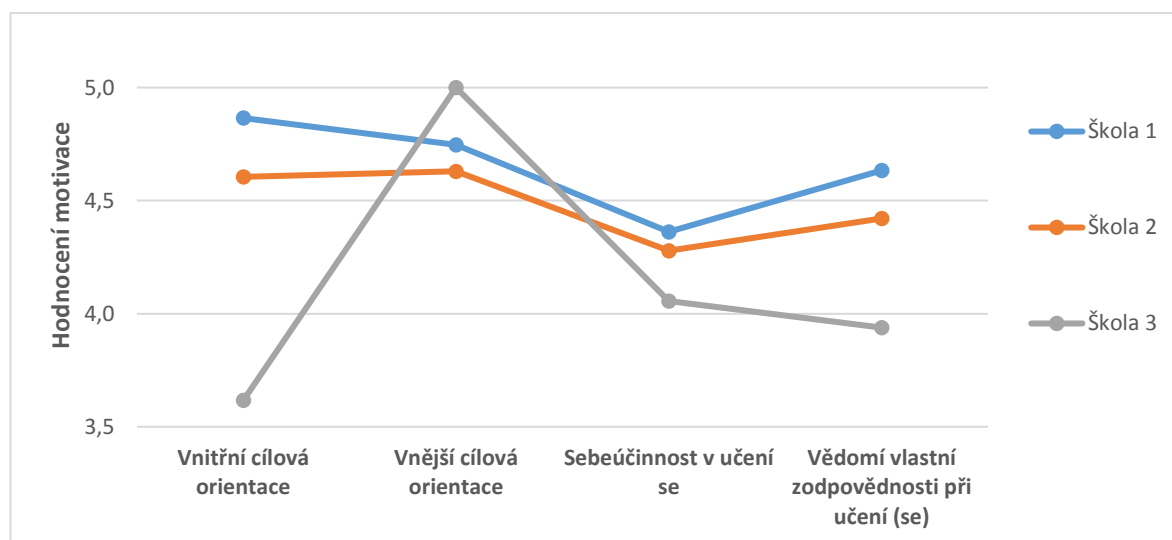


Obrázek 32: Hodnocení motivačních orientací po realizaci aktivity (průměrné hodnoty, po realizaci aktivity)

Prakticky ve všech případech je ale velikost účinku malá: $\eta^2_{Post1} = 0,07$; $\eta^2_{Post2} = 0,04$; $\eta^2_{Post3} = 0,03$; $\eta^2_{Post4} = 0,06$. Post hoc testy a vyjádření žáků ukazují, že pro žáky je „nejzáživnější“, či lépe řečeno nejvíce jsou motivováni aktivitou zaměřenou na EKG a úspěšná byla v daném ohledu také aktivita Kvasnice a kvašení. Příčinou uvedeného je částečně skutečnost, že obě aktivity jsou relativně snadné na pochopení a víceméně i na provedení, kdy žáci byli v rámci hodiny podrobeni i fyzické aktivitě, a tak si i zacvičili, zároveň také uvedené úlohy poskytovaly dobře reprodukovatelné výsledky a snadnou interpretaci. Rozhovory také naznačily, že aktivita zaměřená na měření EKG byla motivující s ohledem na skutečnost, že souvisí s fyziologií lidského těla, aktivita Kvasnice a kvašení zaujala zejména díky svému příběhu a zaměření na přípravu alkoholických nápojů. Naopak, relativně neúspěšná, ve

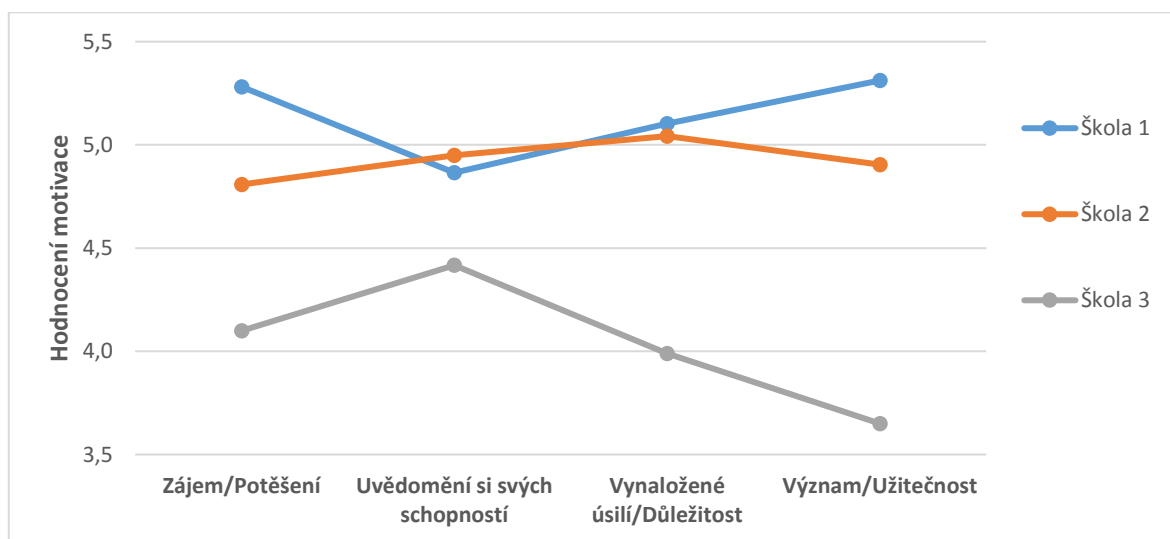
srovnání s ostatními, byla aktivita studující Klíčení semen. Rozhovory a komentáře a částečná analýza záznamů žáků z této aktivity naznačují, že úloha je přece jen náročnější na provedení než ostatní, zejména na koncepci experimentu a odhad faktorů, které klíčení ovlivňují. Dále je časově náročnější (což byl obecně faktor, který žáky hodně demotivoval) a také úloha poskytovala výsledky méně reprodukovatelné než ostatní aktivity. Zároveň, svou koncepcí (viz příloha č. 2) jde z pohledu BOV o aktivitu „otevřenější“ (nasměrované bádání) než jsou ostatní testované aktivity. Výsledek šetření, komentáře žáků i rozhovory s nimi ukazují, že čeští žáci nejsou příliš podněcováni k vlastní aktivitě během výuky a využívání nových forem a metod výuky (mj. např. BOV) je spíš raritou (Zámečníková, 2016). Tím pádem, čím je úloha více posunuta směrem k otevřenému bádání, tím více žáky jejich realizace demotivuje, protože ač schopnosti k jejich realizaci mají (Čtrnáctová et al., 2013), nemají v tomto ohledu potřebné zkušenosti a neumí své schopnosti využívat dohromady v potřebném kontextu a synergicky.

Statisticky významné rozdíly byly nepřekvapivě vysledovány v případě třetího sledovaného faktoru, kterým byla škola, na níž žáci studují, tím pádem zároveň s učitelem, který je v biologii vyučuje. Ve vstupním dotazníku tyto rozdíly byly nalezeny v subškálách Vnitřní cílové orientace ($\chi^2(2) = 11,590$; $p = 0,003$; $M_{škola1} = 4,86$; $SD = 1,10$, $M_{škola2} = 4,60$; $SD = 1,00$; $M_{škola3} = 3,62$; $SD = 1,74$) a Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení ($\chi^2(5) = 9,070$; $p = 0,011$; $M_{škola1} = 4,63$; $SD = 1,04$; $M_{škola2} = 4,42$; $SD = 1,04$; $M_{škola3} = 3,94$; $SD = 1,20$). Obrázek 33 ukazuje, že žáci ze školy 1 a 2 byli před samotným cvičením (pre-test) motivováni zhruba stejně (žáci školy 3 pak o něco méně) ve 3 ze 4 sledovaných subškál. Žáci školy 3 reportovali nižší vnitřní motivaci, vnější motivace pak byla srovnatelná



Obrázek 33: Motivační orientace žáků vztahované ke konkrétní škole/učiteli (průměrné hodnoty, pre-test)

s ostatními školami – jinými slovy, na cvičení se jim moc „nechtělo“, ale jejich učitel, který je v tomto pohledu hlavní složkou položky vnější cílové orientace, je „přesvědčil“, aby cvičení absolvovali. Bylo tedy otázkou, zda po cvičení budou žáci této školy také na chvostu ve vnitřní motivaci mezi sledovanými školami nebo je charakter úloh a cvičení povede ke zvýšení tohoto typu motivace. Analýza dotazníků motivační orientace rozdaných po realizaci praktického cvičení (post-test) ukázala na statisticky významné rozdíly ve všech subškálách kromě subškály Uvědomění si svých schopností (Obrázek 34, Tabulka 9). Značné rozdíly byly vysledovány zejména v položce Význam/užitečnost. (Zájem/potěšení ($\chi^2(2) = 18,394$; $p = 0,000$; $M_{\text{škola1}} = 5,28$; $SD = 1,29$; $M_{\text{škola2}} = 4,81$; $SD = 1,27$, $M_{\text{škola3}} = 4,10$, $SD = 1,37$), Vynaložené úsilí/důležitost ($\chi^2(2) = 9,740$; $p = 0,008$; $M_{\text{škola1}} = 5,10$; $SD = 1,04$; $M_{\text{škola2}} = 5,04$; $SD = 1,13$; $M_{\text{škola3}} = 3,99$; $SD = 1,39$) a Význam/užitečnost ($\chi^2(2) = 22,092$; $p = 0,000$; $M_{\text{škola1}} = 5,31$; $SD = 1,04$; $M_{\text{škola2}} = 4,90$; $SD = 1,14$; $M_{\text{škola3}} = 3,65$; $SD = 1,58$). I v položkách post-testu projevili žáci školy 3 nejnižší motivaci, ale přesto se hodnota v subškále Zájem/potěšení, která je hlavní složkou vnitřní motivace, dostala nad hodnotu 4 značící mírně nadprůměrnou motivaci. Jeví se tak, že i v tomto případě došlo ke zvýšení motivace žáků této školy při práci s uvedenými aktivitami a ŠMS. Post hoc testy ukazují, že velikost účinku v rozdílu mezi školami je ale malá ($\eta^2_{Pre1} = 0,03$; $\eta^2_{Pre4} = 0,02$; $\eta^2_{Post1} = 0,05$; $\eta^2_{Post3} = 0,02$; $\eta^2_{Post4} = 0,06$).



Obrázek 34: Motivační orientace žáků vztahované ke konkrétní škole (průměrné hodnoty, post-test)

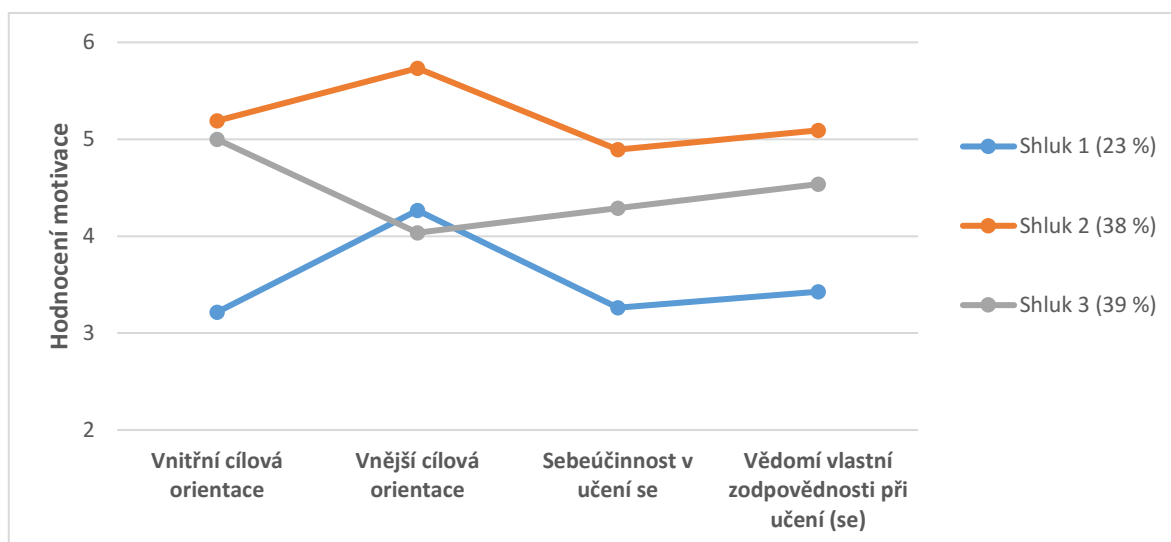
Rozdíly mezi školami/rolí učitele lze interpretovat několika způsoby, protože roli v tomto případě hraje řada faktorů, které bohužel nelze jednoduše, podobně jako u chemicky orientovaných aktivit, za daných podmínek oddělit. Lze nicméně spekulovat, že vliv může mít specializace školy. Škola 1, jejíž žáci v průměru reportovali nejvyšší motivační

orientace, je odbornou chemickou školou, ostatní dvě jsou gymnázia bez zvláštní specializace poskytující obecné sekundární vzdělávání. Lze očekávat, že žáci technicky orientované školy budou motivovanější k práci se ŠMS. Oproti škole 2 je ale rozdíl malý (a statisticky nevýznamný), takže nepochybně nepůjde o hlavní faktor. Tím patrně bude kombinace realizované aktivity a přístupu učitele. Žáci školy 3 ve značné míře realizovali relativně málo úspěšnou aktivitu Fotosyntéza, která mnohdy také přináší méně reprodukovatelné výsledky a zároveň šlo o aktivitu, jak vypovídají výsledky rozhovorů, kde potřeba učitele v postupu úlohou byla velká. Zároveň učitel, který aktivity vedl, byl také tím patřícím do skupiny méně motivovaných (což vyplynulo z vyhodnocení dat z šetření popsaného v kapitole „Sledování názorů a postojů učitelů“, nicméně, tato data nejsou v práci prezentována a daného učitele nelze jmenovat). Uvedený pedagog není velkým příznivcem badatelsky orientované výuky, ale je příznivcem využívání školních měřicích systémů, tyto faktory dohromady tak nepochybně hrály v motivačních orientacích žáků svou roli. Učitel se ve vyhodnoceních motivačních orientací také projevil jako signifikantní faktor, ale nelze v tomto ohledu oddělit roli učitele a školy, neboť jen z jedné školy byli k dispozici dva učitelé vedoucí jednotlivé aktivity. Přirozeně, hlubší zhodnocení uvedeného faktoru by bylo možné v případě, že by se podařilo do této části výzkumu zahrnout více škol, kde by bylo možné realizovat více úloh najednou více učiteli z jedné školy. Nelze než doufat, že v budoucnosti bude i tato studie sloužit jako základ pro větší meta studii, která vnese do vlivů uvedených faktorů více světla. Nicméně, je zřejmé, že kvalitní motivace žáků před realizací praktika je více než žádoucí, samotné praktikum a vhodné zaměření a koncepce úlohy jsou sice schopny motivační orientace žáků zvýšit i po jedné expozici (u školy 3 a 1, porovnáním komponent Pre1 a Post1, které jsou hlavní složkou vnitřní motivace). V případě školy 3 žáci zejména dobře hodnotili posílení svých vlastních schopností, tedy pozitivně hodnotili, že poměrně obtížnou úlohu se jim podařilo úspěšně vyřešit (Obrázek 34).

Signifikantní rozdíly byly patrné i v případě věku, a to v subškále Pre4 výstupního dotazníku: Vědomí vlastní zodpovědnosti při učení ($\chi^2(5) = 19,186$; $p = \mathbf{0,002}$; $M_{14} = 3,80$; $SD = 1,17$; $M_{15} = 4,49$; $SD = 1,00$; $M_{16} = 4,66$; $SD = 1,05$; $M_{17} = 4,58$; $SD = 1,04$; $M_{18} = 4,16$; $SD = 0,80$; $M_{19} = 3,58$; $SD = 0,63$). Čtrnáctiletí žáci tak před realizací cvičení reportovali menší vlastní zodpovědnost při učení než žáci starší, nicméně rozdíl byl malý ($\eta^2_{Pre4} = 0,04$). Jak ukázaly post hoc testy, čtrnáctiletí se projevovali méně motivovaní i v případě položek Post1, Post3 a Post4. Zájem/potěšení ($\chi^2(5) = 17,780$; $p = \mathbf{0,003}$; $M_{14} = 4,04$; $SD = 1,15$; $M_{15} = 5,17$; $SD = 1,23$; $M_{16} = 5,17$; $SD = 1,31$; $M_{17} = 4,94$; $SD = 1,46$; M_{18}

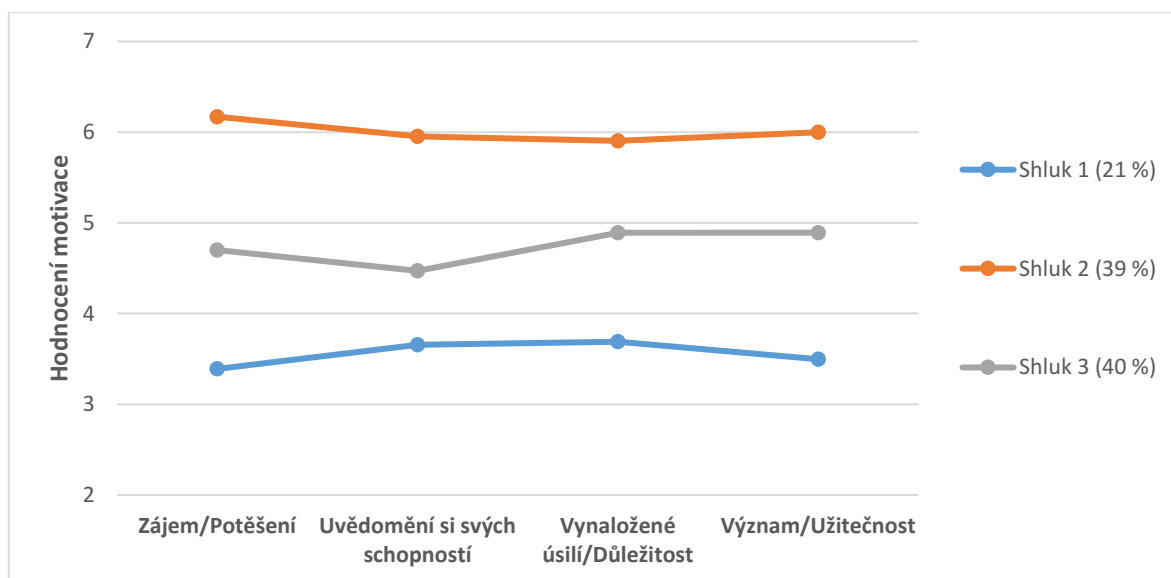
= 4,87; SD = 1,08; $M_{19} = 3,17$; SD = 0,38), Vynaložené úsilí/důležitost ($\chi^2(5) = 16,966$; $p = 0,005$; $M_{14} = 3,91$; SD = 1,31; $M_{15} = 4,97$; SD = 0,99; $M_{16} = 5,12$; SD = 1,09; $M_{17} = 5,20$; SD = 1,13; $M_{18} = 4,92$; SD = 1,04; $M_{19} = 3,58$; SD = 1,26), Význam/užitečnost ($\chi^2(5) = 22,329$; $p = 0,000$; $M_{14} = 3,58$; SD = 1,39; $M_{15} = 5,22$; SD = 1,08; $M_{16} = 5,23$; SD = 1,09; $M_{17} = 5,05$; SD = 1,21; $M_{18} = 4,81$; SD = 1,08; $M_{19} = 4,08$; SD = 0,88). Velikost účinku je ale taktéž malá ($\eta^2_{Post1} = 0,04$; $\eta^2_{Post3} = 0,04$; $\eta^2_{Post4} = 0,06$). V daném případě se nicméně nejeví, že by hlavním faktorem byl skutečně věk, ale spíše jde o vliv realizované aktivity a učitele, neboť shodou okolností čtrnáctiletí žáci pracovali na málo oblíbené aktivitě Fotosyntéza, kromě toho s nejméně motivovaným pedagogem. Mezi žáky v rozmezí věku 15 až 18 let již rozdíly identifikovány nebyly. Lze opět konstatovat, že úlohy se jeví být vhodné pro žáky všech věkových skupin, mezi nimiž testování proběhlo, tedy 14 až 18 let.

Hierarchická shluková analýza motivačních orientací pre-testů a post-testů (s využitím Wardovy metody shlukování) ukázala, že žáci mohou být rozděleni do tří relevantních skupin, jak v případě pre-testu, tak v případě post-testu. Prostřednictvím následné nehierarchické shlukové analýzy s využitím K-průměrů byly určeny středy jednotlivých shluků (Obrázek 35). Tyto hodnoty v jednotlivých subškálách naznačují, že více než třetina (38 %) žáků ze všech zúčastněných byla před realizací práce se ŠMS vysoce motivovaná, neboť ve všech subškálách žáci reportovali minimálně o jednotku škály vyšší motivaci, než je střední hodnota. Žáci této skupiny vykazovali také vysoké hodnoty vnější cílové orientace (5,7) a i vnitřní motivace (či vnitřní cílová orientace) byla vysoká (5,2). Další více než třetina žáků (39) byla motivována „lehce nadprůměrně“, neboť hodnocení v příslušných subškálách leželo mírně nad neutrální hodnotou 4, pouze v subškále vnitřní cílové motivace žáci této skupiny vykazovali motivaci vyšší (5,0). Žáci poslední skupiny 1 pak vykazovali relativně nízkou motivaci oproti ostatním žákům (do hodnoty 3,5), kromě subškály „Vnější cílová orientace“, kdy žáci reportovali mírně „nadprůměrnou motivaci“ (4,3; tedy 0,3 bodu nad neutrální hodnotou), lze tedy říci, že jejich postoj k laboratornímu cvičení byl víceméně skeptický. Bylo tedy otázkou, zda po realizaci cvičení dojde ke změně rozložení v jednotlivých skupinách a nárůstu (anebo poklesu) motivačních orientací (a zprostředkovaně motivace).



Obrázek 35: Shluková analýza dat ze vstupního testu (pre-testu; konečné středy shluků)

Obrázek 36 prezentuje data ze shlukové analýzy dat z motivačního dotazníku administrovaného po realizaci aktivity (post-testu). Opět získáváme skupinu motivovaných žáků (skupina 2, „průměrné“ hodnocení (středů klastrů) kolísá okolo hodnoty 6), mírně motivovaných žáků (skupina 3), kdy středy klastrů kolísají okolo hodnoty 4,7 a „podprůměrně“ motivovaných žáků se středy klastrů okolo 3,6. Jednotlivé skupiny jsou v hodnocení jednotlivých motivačních orientací, oproti pre-testu, zjevně homogennější a také výrazněji oddělené od ostatních skupin.



Obrázek 36: Shluková analýza dat z post-testu (konečné středy shluků)

Dále je zřejmé, že došlo k mírnému přesunu žáků mezi jednotlivými skupinami (z méně motivovaných k motivovanějším žákům, cca 5 %), ale zejména k mírnému nárůstu motivačních orientací, nicméně pouze u skupiny těch nejmotivovanějších žáků (o 0,8

jednotky). U mírně motivovaných žáků a žáků pod neutrální hodnotou motivace byla změna zanedbatelná (cca 0,1 jednotky). Shrňme-li výsledky sledování motivačních orientací v testování úloh zaměřených na biologii, jeví se, že v případě žáků participujících v ověřování úloh závisí mírně na pohlaví, škole/učiteli i realizované úloze. To je víceméně v soulasu s předchozí studií (Urban-Woldron at al., 2013), kde byly společně testovány aktivity zaměřené na fyziku a chemii a u žáků ze Slovenska, Rakouska a Španělska, a kde byla uvedená skutečnost vysvětlena s ohledem na technické preference chlapců. V rámci této práce závislost na pohlaví nebyla potvrzena během testování aktivit zaměřených na chemii, které jsou prezentovány kapitole „Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na chemii“. Tento výsledek naznačuje, že motivační orientace jsou ovlivněny řadou dalších faktorů (regionální faktory, zaměření, preference předmětů, rodinné zázemí, ...), které se v osobnosti jedince, bez ohledu na pohlaví, mísí, a které lze jen obtížně identifikovat a jednoznačně oddělit (a to i ve studii většího rozsahu), ale které se samozřejmě v odpovědích žáků nějak projeví. Jak bylo ale řečeno, rozdíly v motivačních orientacích mezi dívkami a chlapci jsou sice v případě testování úloh zaměřených na biologii statisticky signifikantní, ale nejsou nijak výrazné, velikost účinku je malá a věcně nepříliš významná. Jinými slovy, není nezbytné ve výuce s využitím ŠMS přistupovat k dívkám jinak než ke chlapcům, jak v biologicky, tak chemicky laděných úlohách a jejich motivace, a nejspíše i schopnosti (vycházející z analýzy pracovních listů), jsou v daném ohledu velmi podobné. Za nejoblíbenější mezi žáky lze považovat aktivitu zaměřenou na EKG, následovanou úlohou Kvasnice a kvašení, a to zejména díky jednoduchosti, širokému, ale nijak obtížnému, spektru možných řešení, reprodukovatelnosti naměřených dat, zaměření na lidskou fyziologii, přítomné fyzické aktivitě a také adekvátní motivaci, která byla významným faktorem úspěchu aktivity. Naopak, aktivita zaměřená na klíčení si takovou oblibu nezískala, patrně vzhledem k tomu, že jde z hlediska BOV o „otevřenější“ aktivitu požadující po žácích hlubší zapojení znalostí a dovedností, zejména při koncepci, ale také interpretaci experimentu, což zjevně působilo naopak demotivačně. Jeví se tedy, pokud nám jde o to žáky motivovat, že s ohledem na „otevřenější“ laděné badatelsky orientované úlohy je nezbytné žáky nejprve na výuku s využitím BOV dobře připravit, třeba i prvotní implementací úloh využívajících strukturované bádání. Využití ŠMS společně s badatelsky laděnými úlohami i v biologii celkově vede ke zvýšení motivace žáků, nicméně, zdá se, že více jsou motivováni žáci, kteří patří mezi ty motivované už před realizací úlohy. V případě málo motivovaných žáků je zvýšení motivace víceméně zanedbatelné.

Postoje žáků při práci se školními měřicími systémy – vliv četnosti využívání systému, vliv použitého systému a vliv použitého software

I přes víceméně pozitivní celkové hodnocení úloh jako takových, ať už z biologie nebo z chemie, a velmi pozitivní přístup žáků k práci se školními měřicími systémy, které vzešly z hodnocení motivace žáků, ze samotné realizace praktických cvičení vyplynula potřeba podívat se blíže na některé faktory, které dále mohou ovlivnit realizaci praktických cvičení s využitím ŠMS. Zejména se jedná o vliv pravidelnosti využívání školního měřicího systému ve výuce (bude pravidelnější užívání vést k negativnějšímu postoji v důsledku zevšednění používání systému? - či naopak – v důsledku zvládnutí ovládání systému bude jeho využití vnímáno pozitivněji?). Dále bylo v centru zájmu, zda má vliv využitý ŠMS ze dvou dostupných (Pasco, Vernier) a způsob měření (bezdrátově vs. drátově, tablet vs. PC jako datalogger), popř. využitý software.

K zhodnocení výše uvedených aspektů bylo realizováno praktické cvičení a v návaznosti na něj dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo 240 žáků (140 chlapců a 100 dívek) z 9 středních škol a gymnázií v ČR, převážně ve věku 17–18 let. Využity byly aktivity zaměřené na chemii zpracované v rámci již zmíněného projektu COMBLAB (Feltl & Šmejkal, 2013; Stratilová Urválková, Šmejkal, Skoršepa, et al., 2014; Stratilová Urválková, Šmejkal, Teplý, et al., 2014; Šmejkal et al., 2013, Příloha 2 a kapitola "Koncepce a principy badatelsky orientovaných aktivit"). Žáci v rámci laboratorního cvičení realizovali 1 – 4 aktivity ze 7 možných, které lze rozdělit do 3 skupin, jimž odpovídá specifické využití ovládacího softwaru: Titrace (stanovení chloridů konduktometrickou titrací – CHEM 08: Kvalita vody, stanovení kyselosti vína potenciometrickou titrací – CHEM 07: Červené či bílé?, stanovení peroxidu vodíku potenciometrickou redoxní titrací – CHEM 12: Zklamáný lékárník), spektroskopické metody (kvalitativní stanovení barviv v nápoji – CHEM 09: Jaké barvivo je obsaženo v nápoji, kvantitativní stanovení modrého barviva v nápoji (aplikace Lambert-Beerova zákona) – CHEM 10: Kolik je barviva v nápoji, Absorpce a emise světla – CHEM 03: Krásný skleník) a plynová chromatografie (stanovení ethanolu a methanolu vedle sebe a kvalitativní stanovení ketonů – CHEM 11: Hledání tichého vraha). K realizaci úloh bylo využito spektrum dostupného software k ovládání a sběru dat pomocí školních měřicích systémů, konkrétně software *Logger Pro* (firmy Vernier), *DataStudio* (firmy Pasco), *SPARKvue* (firmy Pasco) a *SpectraSuite* (firmy Ocean Optics, pro ovládání spektroskopických měření). U cvičení zaměřeného na plynovou chromatografii byl taktéž využit software *Logger Pro* v módu ke sběru dat plynové chromatografie. Ke sběru dat byly

využity 2 různé typy sběrných zařízení, v nichž byla následně i zpracovávána data – tablet v kombinaci se softwarem SPARKvue a PC v kombinaci s ostatními programy. Veškerá cvičení byla realizována s ohledem na požadavky učitelů chemie z participujících škol. Většina žáků absolvovala cvičení jedenkrát (180), část pak dvakrát (28), třikrát (16) a čtyřikrát (16). V rámci každého prvního laboratorního cvičení byla provedena krátká instruktáž pro práci se systémem a s ovládacím programem v rozsahu asi 15-20 minut. Prostředkem hodnocení byl v kapitole „Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn“ popsán dotazník sestávající z 20 položek sledující provedení aktivity s využitím ŠMS (včetně hodnocení práce se ŠMS), pochopení aktivity (včetně hodnocení práce se ŠMS), rozvoj vědomostí a celkové hodnocení aktivity a práce se ŠMS. Pro účely této práce bylo z dotazníku vybráno 6 tvrzení (položek): (S01) Bylo jednoduché nastavit zařízení ŠMS, (S02) Bylo jednoduché pracovat s počítačem/tabletem a softwarem k ovládání ŠMS, (S03) Na provedení experimentu jsem potřeboval pomoc učitele, (S04) Kolikrát už jste před touto aktivitou použili ŠMS, (S05) Ocenil bych častější používání ŠMS v hodinách přírodních věd a (S06) Vyjádřete vaši celkovou spokojenost s realizovanou aktivitou. Tyto položky byly vyhodnoceny v souladu s metodikou popsanou v části „Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn“.

Výsledky dotazníkového šetření a žáky poskytnuté komentáře ukázaly, že žáci hodnotí práci se školními měřicími systémy v chemii s uvedenými BOV aktivitami velmi pozitivně (S06). Téměř 95 % žáků bylo se cvičením spokojeno, z toho zhruba třetina velmi spokojena a něco přes třetinu spokojena. Docela spokojeno (tedy jakýsi neutrální pohled) měla zhruba pětina zúčastněných žáků. Nespokojenost pak vyjádřilo přibližně 5 % žáků, přičemž důvody nespokojenosti byly mj. použité zařízení (PC nebo tablet) nebo software, které uživateli nevyhovovaly po uživatelské stránce, požadavky na menší počet zúčastněných žáků, požadavky na větší množství času pro diskusi s vedoucím cvičení, požadavek na delší instruktáž k ovládání systému, nedostatek času na realizaci úlohy či prostě konstatování, že: „Počítače nejsou nic pro mě“. Častější využití školních měřicích systémů (S05) ve výuce by pak uvítalo 77 % zúčastněných žáků, zbytek se prezentoval opačným názorem. Zajímavé je, že ačkoliv těchto zhruba 23 % žáků není pro častější využití ŠMS ve výuce chemie, uvedené praktikum hodnotila pozitivně (velmi spokojený či spokojený) i tak více než polovina z těchto žáků (58 %). Hodnocení aktivity a cvičení (S06) pak ani příliš nekolísalo s ohledem na počet použití ŠMS konkrétním žákem (Tabulka 10).

Tabulka 10: Hodnocení cvičení žáky (položka (S06)) vzhledem k četnosti používání školních experimentálních systémů

Četnost využití ŠMS	Průměr (M)	Směrodatná odchylka (SD)	Chyba
Nikdy	2,05	0,95	0,09
1 až 2x	2,10	0,97	0,09
3 až 5x	1,87	0,97	0,12
6 až 10x	1,81	0,99	0,24
Pravidelně	1,77	0,93	0,26

Průměrná hodnota hodnocení praktika se pohybovala okolo čísla 2 (na šestibodové škále), směrem k častějšímu využití systému mírně klesala až k hodnotě 1,77 při velmi častém využití ŠMS (tabulka 1), nicméně rozdíl mezi hodnotami nebyl statisticky významný ($\chi^2(4) = 5,160$; $p = 0,271$). Častější používání školních měřicích systémů ve výuce (S05) pak taktéž opticky podporují nejvíce ti, kteří je používají prakticky pravidelně (92 %), nicméně, i ti, kteří se k ŠMS dostali v rámci cvičení poprvé, jsou častějšímu využívání ŠMS nakloněni (78 %). Opět je ale rozdíl mezi jednotlivými skupinami statisticky nevýznamný. Co se týká jednoduchosti nastavení (S01), ovládání a práce s experimentálním systémem (S02; S03), jako velmi jednoduchou ji hodnotila více než třetina zúčastněných žáků (37 %), jako jednoduchou pak dalších 39 % žáků. Přitom již po prvním použití ŠMS hodnotila práci jako jednoduchou nadpoloviční většina žáků (průměr hodnocení $1,9 \pm 0,8$; na čtyřbodové škále). Poměrně výrazně se pak toto hodnocení „uživatelské přívětivosti ŠMS“ ještě vylepšilo, s ohledem na provedené post hoc testy, už po druhém či třetím využití ŠMS až k průměrnému hodnocení zhruba $1,7 \pm 0,8$ (statisticky významně; (S01): $\chi^2(4) = 12,286$; $p = 0,0015$; (S02): $\chi^2(4) = 15,179$; $p = 0,004$; (S03): $\chi^2(4) = 11,834$; $p = 0,019$). Z toho lze vyvodit, že už po prvním využití ŠMS, při krátké patnáctiminutové instruktáži, žáci zvládali zapojení a ovládání softwaru pro ŠMS a považovali jej většinou za uživatelsky přívětivé, vlastní pozitivní pocit a uživatelská přívětivost se v jejich očích dále zvyšuje po druhém či třetím použití. Náročné zaškolení do principu funkce, ovládání a práce se ŠMS tedy není nezbytné a lze jej realizovat v rámci několika úvodních minut během zpracovávání úlohy. Nicméně, přesto, že žáci hodnotili práci se ŠMS jako jednoduchou, nějakou pomoc si vyžádalo 65 % z nich, z toho 85 % deklarovalo tuto pomoc jako drobnější a 15 % jako významnou. Jak je patrné, byť šlo i z pohledu učitele o drobnější pomoc nezabírající většinou více než 3 minuty, jde o jeden z aspektů, který cvičení se ŠMS komplikuje, neboť

koncentruje učitelovu pozornost ke konkrétnímu žákovi nebo pouze jedné skupině žáků. Z výše uvedeného počtu, 99 žáků uvedlo komentář, který naznačuje, že téměř dvě třetiny pomoci se týkaly technických záležitostí (nastavení softwaru, kalibrace) souvisejících s prací se ŠMS, 11 % souviselo s prací v laboratoři (příprava roztoků, pipetování, naplnění byrety, ...), 20 % se zpracováním úlohy a jejího vysvětlení (princip úlohy, výpočty, ...) a zbytek (2 %) činila ostatní pomoc. Uvedené procento technické pomoci je vyšší, než bylo zjištěno prostřednictvím analýzy dotazů (viz kapitola „Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy“), kde „objem“ technické pomoci činil zhruba 40 %, nicméně tato studie byla realizována za trochu jiných okolností (vícedenní cvičení v rámci projektového týdne). Zajímavé je, že potřeba pomoci neklesá (alespoň v našem vzorku) s počtem absolvovaných cvičení. Z toho je zřejmé, že při realizaci praktického cvičení se ŠMS, oproti cvičení „klasickému“, přibývá učiteli další potíž, kterou musí řešit, přičemž „objem pomoci“ týkající se školních měřicích systémů činí podstatnou část veškeré poskytnuté pomoci. Z toho důvodu nelze než doporučit, aby celkový počet žáků ve cvičení nebyl příliš vysoký (do 16 žáků, 5–8 skupin), nebo počet vyučujících byl vyšší než jeden.

Dále data naznačují vliv způsobu ovládání a funkcí použitého softwaru v některých aspektech použití ŠMS (Tabulka 11). V hodnocení žáků při realizaci titrační úlohy s komplikovanějším manuálním nastavením nejhůře dopadl software SPARKvue v kombinaci s měřením na tabletu ((S02) – průměr $2,8 \pm 1,1$; na čtyřbodové škále), jehož nastavení a ovládání bylo hodnoceno žáky jako nejobtížnější. Ostatní programy pak byly hodnoceny navzájem srovnatelně, jejich hodnocení se pohybovalo v položce (S02) okolo hodnot 1,7 – 1,9; viz Tabulka 11), přičemž rozdíl mezi softwarem SPARKvue, s ohledem na provedené post hoc testy, a ostatními využitými softwary byl statisticky významný v obou položkách (S01) a (S02): ((S01): $\chi^2(4) = 34,920$; $p = 0,000$; (S02): $\chi^2(4) = 58,250$; $p = 0,000$). Rozdíl byl už na pomezí středního a velkého účinku ($\eta^2_{S01} = 0,132$; $\eta^2_{S02} = 0,231$). Práce na tabletu se softwarem SPARKvue, a to jak nastavení, tak samotná činnost, byly zjevně výrazně obtížnější než s ostatními softwary. Nejlépe pak v hodnocení jednoduchosti práce dopadl software LoggerPro ve spojení s úlohou plynové chromatografie (GC). Průměr hodnocení činil $1,3 \pm 0,5$, což odpovídá tomu, že z hlediska nastavování a ovládání softwaru je práce s GC nejjednodušší. Snadnost ovládání programů se mírně projevila i v celkovém hodnocení cvičení, kdy spokojenost se cvičením (S06) v případě použití softwaru SPARKvue činila na šestistupňové hodnotící škále $2,4 \pm 1,2$ (stále tedy hodnocení bylo

v zásadě pozitivní), zatímco hodnoty u ostatních využitých programů se pohybovaly okolo hodnoty 1,9 (Tabulka 12; $\chi^2(4) = 9,227$; $p = 0,056$).

Tabulka 11: Hodnocení „uživatelské přívětivosti“ použitého program k ovládání měření prostřednictvím položek (S01) a (S02); (SD – směrodatná odchylka)

Použitý software	průměr (S01)	SD (S01)	Chyba (S01)	průměr (S02)	SD (S02)	Chyba (S02)
SPARKvue/tablet	2,69	1,06	0,15	2,84	1,08	0,15
DataStudio/PC	1,87	0,87	0,09	1,81	0,85	0,09
LoggerPro/PC	1,90	0,82	0,13	1,90	0,72	0,11
Spectra Suite	1,77	0,78	0,07	1,70	0,81	0,07
LoggerPro(GC mód)/PC	1,65	0,59	0,10	1,32	0,47	0,08

Tabulka 12: Hodnocení aktivity a laboratorního cvičení v závislosti na využitém programu k ovládání (S06)

Použitý software	Průměr (S06)	SD (S06)	Chyba (S06)	(S05) (% ANO)	SD (S05)	Chyba (S05)
SPARKvue/tablet	2,42	1,20	0,17	56	0,50	0,07
DataStudio/PC	1,83	0,90	0,10	80	0,40	0,04
LoggerPro/PC	1,97	0,69	0,12	77	0,43	0,08
Spectra Suite	1,98	0,93	0,08	79	0,41	0,04
LoggerPro(GC mód)/PC	2,08	0,98	0,16	89	0,31	0,05

Celkem pochopitelně, ani žáci, kteří používali software SPARKvue na tabletu, nepodporovali tolik zavádění ŠMS jako v případě, kdy používali software jiný (SPARKvue – 56 % pro zavádění ŠMS do výuky vs. (ostatní) = 77–89 % pro zavádění ŠMS do výuky; $\chi^2(4) = 15,511$; $p = 0,004$), přesto ve své většině byli všichni žáci pro zavádění ŠMS do výuky. Zajímavé je, že zatímco potřeba pomoci (S03) velmi málo koreluje s použitým software ($\rho = 0,106$; $p = 0,048$) a celkové hodnocení cvičení nekoreluje vůbec ($\rho = -0,023$; $p = 0,678$), ocenění častější implementace do ŠMS pak zase ano, ale záporně a jen málo ($\rho = -0,165$; $p = 0,003$). To naznačuje, že žáci námi sledovaných skupin i přes obtíže, které práce se softwarem přinášela, nejsou proti implementaci ŠMS obecně, a že pomoc, která jim byla poskytnuta, byla účinná a vedla k úspěšné realizaci úkolů laboratorního cvičení. V souladu s výše uvedenými výsledky a v souladu s komentáři a rozhovory se žáky lze celkově doplnit, že programy LoggerPro a DataStudio si vedly oba srovnatelně a stejně tak tomu bylo v případě spektroskopických úloh a programů LoggerPro a SpectraSuite. Volbou

kteréhokoliv z uvedených systémů tedy neudělá učitel chybu. Hlavním problémem hůře hodnoceného softwaru SPARKvue bylo zadávání hodnot objemu při titraci do příslušné tabulky a v některých chvílích přece jen těžkopádnější odezva tabletu. Při jiných měřeních v jiných cvičeních než hodnocených v rámci této práce, které byly realizovány na tabletech se softwarem SPARKvue, ale byly zaměřeny pouze na sledování časových změn a manuální zadávání dat nebylo nezbytné, hodnocení tak negativní nebylo. Lze tedy usuzovat, že právě manuální zadávání dat na dotykové obrazovce a horší odezva tabletu jsou problémy komplikující měření a ovládání v případě uvedeného testování (tedy v případě úloh založených na titraci). Vzhledem k tomu nelze než doporučit uvedenou kombinaci softwaru SPARKvue a tabletu (či chytrého zařízení) využít k realizaci jednodušších úloh s měřením na displeji, popř. časovou závislostí nebo s předem zadanými hodnotami manuálního vstupu, ale hlavně s menším množstvím přímé interakce s tabletem. Dále lze použitou kombinaci využít také tam, kde lze PC použít s většími obtížemi (např. při měření v terénu). Naopak, pro úlohy založené na titraci uvedená kombinace není vhodná. Nicméně, jak je zřejmé, uvedená doporučení potřebu pomoci žákům nesníží a technické aspekty ve všech případech budou činit i nadále významnou porci pomoci poskytnuté žákům. Žáci ale budou více soustředěni na měření (a sledovaný jev) a méně zabrání do „souboje“ s ovládacím programem.

Z již uvedeného je každopádně patrné, že žáci určitě nejsou těmi, kdo by se bránil implementaci ŠMS do výuky, naopak, zjevně by ji uvítali či alespoň vnímali pozitivně, a to i přes některé problémy, které může implementace i pro ně znamenat. Z tohoto pohledu, dalším zajímavým výsledkem uvedeného šetření bylo, že i pokud nějaký měřicí systém na škole mají, přesto jej téměř 54 % ze sledovaných žáků před naším cvičením ještě nikdy nepoužilo. Diskuse s učiteli (byť jejich počet byl omezený – 9 respondentů) vedla k poměrně jednoznačnému závěru. Ti, kteří systém na škole nemají, většinou uvádějí jako příčinu neimplementování ŠMS finanční důvody (všichni respondenti - 6). Naopak ti, kteří jej mají (3), se shodli na časových důvodech a případně horší dostupnosti systému (typu: „Systém vlastní fyzikář, musel bych ho žádat o zapůjčení ...“). Další diskuse vedla k závěru, že učitelé považují, i vzhledem k vlastním zkušenostem, a nutno dodat, že oprávněně, implementaci za časově náročnou a komplikovanou. V tomto ohledu, realizace praktika v naší laboratoři jim dává jistotu vyřešení poměrně velkého množství technicky orientované pomoci (jak vyplývá z předchozích odstavců, ale dále také s ohledem na výsledky kapitoly „Hodnocení aktivit a práce se školními měřicími systémy – postoje a názory učitelů“), v níž

se mnohdy necítí úplně jistě a nejsou si jisti, že by dokázali žákům vždy adekvátně poradit. Preferují tak obecně realizaci několika praktik na našem pracovišti, než se budou cítit jistě a budou zavádět systém u nich na škole. Jinými slovy, nezbytné je pro ně nejen školení, ale i praxe v používání školních experimentálních systémů přímo ve třídě při výuce.

Výsledky uvedeného dotazníkového šetření naznačují, že žáci zvládají práci se školními experimentálními systémy velmi dobře, a to jak práci s hardwarem a samotnými senzory, tak práci s příslušným softwarem považují obecně za jednoduchou. Lze také říci, že nastavení a provedení měření se školním experimentálním systémem žáci zvládli v jisté základní formě již po zhruba 15minutové instruktáži během prvního laboratorního cvičení, po 3. cvičení pak došlo k dalšímu kvalitativnímu posunu při práci se systémy a výsledky hodnocení naznačují, že žáci ovládání systému zvládli ještě lépe a jejich sebedůvěra v tomto ohledu vzrostla. Oproti běžnému laboratornímu cvičení je cvičení se školními měřicími systémy komplikováno poměrně velkým objemem pomoci, která je žáky vyžadována po učiteli, a to i v případě pravidelnějšího využívání těchto systémů. Technická pomoc (nastavení softwaru, zapojení systému, pomoc s operačním systémem, ...) může v celkovém objemu pomoci tvořit i nadpoloviční většinu celkem poskytnuté pomoci. Z tohoto důvodu je doporučeno, aby laboratorní cvičení s využitím školních měřicích systémů nebylo realizováno s příliš velkými skupinami žáků, zvláště v případě komplikovanějších úloh. Dle zkušeností ze cvičení, ani zkušený učitel by neměl mít na starosti více než 16 žáků. Porovnání různých programů pro nastavení, ovládání a vyhodnocení měření se ŠMS naznačuje, že pro žáky, z pohledu uživatelské přívětivosti (ale i možností), jsou programy dvou největších hráčů na našem trhu – LoggerPro (Vernier) a DataStudio (Pasco) na velmi obdobné úrovni a jejich hodnocení žáky se liší jen minimálně. Stejně tak byl v rámci spektroskopických měření hodnocen také program SpectraSuite firmy Ocean Optics. O něco horší hodnocení z pohledu uživatelské přívětivosti pak získala kombinace programu SPARKvue a tabletu, která se ale v jednodušších měřeních jevila jako bezproblémová. Z tohoto důvodu lze uvedený program doporučit pro realizaci jednodušších měření s časovou závislostí s minimálním počtem manuálních vstupů nebo pro práci v terénu a tam, kde není možné využít PC. Pro komplikovanější práci, zejména v případě nutnosti manuálního zadávání hodnot, zvláště tedy v úlohách spojených s titrací, nelze uvedenou kombinaci příliš doporučit. Ukazuje se také, že uživatelská přívětivost použitého softwaru je důležitým parametrem, který může ovlivnit práci se ŠMS.

Žáci také ve své většině pak hodnotili realizované cvičení kladně a většina jich podporuje implementaci školních experimentálních systémů do výuky chemie a výuky přírodovědných předmětů, a to i přes potíže, které je mohou při práci s uvedenými systémy potkat, což dále potvrzuje výsledky šetření zaměřeného na motivaci žáků při realizaci úloh z biologie a chemie popsanych v předchozích dvou kapitolách práce („Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na chemii“ a „Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na biologii“). Učitelé participující na cvičení, podobně jako jejich žáci, také v zásadě podporují zavádění školních měřicích systémů do výuky, nicméně, zmínili několik bariér, které větší rozšíření omezují.

Ověřování a evaluace aktivit a postoje a názory žáků při práci se školními měřicími systémy v ČR a na Slovensku

První část práce se také mj. zaměřila na evaluaci úloh a sledování postojů a názorů žáků na práci se ŠMS prostřednictvím sledování motivačních orientací. Získaná data poskytla řadu informací, ale mnohdy také naznačila, jaké faktory mohou postoje a názory žáků ovlivňovat. Bohužel, velmi často se v rámci jednoho faktoru mísí faktory další a vzájemné oddělení těchto faktorů je v rámci dostupného vzorku maximálně obtížné. Pro upřesnění některých získaných dat byl žákům rozdán k vyplnění ještě další dotazník o 20 položkách, jehož struktura je popsána ve druhé části kapitoly „Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn“, přičemž samotný dotazník je uveden v příloze 1. Jeho prostřednictvím byla získána další data umožňující širší a hlubší porovnání aktivit vytvořených a popsanych v části „Koncepte a principy badatelsky orientovaných aktivit“ nad rámec výsledků jednotlivých šetření realizovaných v rámci sledování motivace žáků při práci s těmito aktivitami. Rozsah a struktura dat také umožňovala provést porovnání českých a slovenských žáků s ohledem na rozdílné názory na realizaci aktivit. V rámci těchto dat bylo srovnáváno 18 aktivit z chemie a biologie (Tabulka 3) s využitím metodiky popsané v části „Sledování názorů a postojů a sledování motivace žáků a jejich změn“. Z příslušného dotazníku byly ke zpracování dané problematiky zvoleny vzhledem ke své povaze následující položky (P01) Aktivita byla zajímavá a motivující; (P02) Instrukce mi přišly jasné; (P03) Vyjádřete vaši celkovou spokojenost/nespokojenost s realizovanou aktivitou; (P04) Bylo jednoduché nastavit experimentální zařízení, (P05) Bylo jednoduché pracovat se ŠMS; (P06) Na provedení experimentu jsem potřeboval/a pomoc učitele a (P07) Ocenil/a bych častější používání ŠMS v hodinách přírodních věd.

Tohoto šetření se zúčastnilo a laboratorní cvičení s alespoň jednou aktivitou realizovalo celkem 664 žáků z České a Slovenské republiky (průměrný věk činil 16,97 let; SD = 1,20) z 15 participujících škol (11 v České republice, 4 na Slovensku). Vzhledem k tomu, že někteří žáci se účastnili více cvičení (laboratoř navštívili až pětkrát) a realizovali tak více úloh, celkový počet implementací a získaných vyplněných dotazníků byl 1408, z toho 932 z České republiky a 476 ze Slovenska. Většina laboratorních cvičení byla realizována na příslušných univerzitách – 919 (Univerzita Karlova, Praha, ČR; Univerzita Mateja Bela v Banské Bystrici, Slovensko). Zbytek byl realizován na spolupracujících školách.

Výsledky hodnocení a jejich interpretace lze rozdělit do tří skupin: (1) hodnocení aktivit (vyplývající z vyhodnocení položek P01, P02 a P03); (2) hodnocení práce se ŠMS (vyplývající z vyhodnocení položek P04, P05 a P06) a (3) podpora implementace ŠMS do výuky na SŠ (položka P07). Výsledky vyhodnocení ukázaly následující trendy:

Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03

(P01: Aktivita byla zajímavá a motivující, P02: Instrukce mi přišly jasné, P03: Vyjádřete vaši celkovou spokojenost/nespokojenost s realizovanou aktivitou?)

Frekvenční analýza položky P01 ukázala, že všechny aktivity byly žáky hodnoceny nadmíru pozitivně. Průměrná známka hodnocení činila 1,6 (na čtyřbodové škále), což odpovídá tomu, že 93 % žáků se vyjádřilo tak, že aktivity jsou motivující a zajímavé a pouze 7 % z nich se vyjádřilo opačně. Tento výsledek víceméně odpovídá výsledkům sledování motivačních orientací žáků. V rámci rozhovorů a místy i komentářů žáci naznačovali, že motivační úvod i zahřívací („warming up“) část jim pomohla s tím identifikovat se s úlohou a vyplývajícími úkoly a najít v ní svou roli a tedy, že tyto části jsou z jejich pohledu adekvátně koncipovány a zpracovány. Taktéž se ukazuje, že implementace motivačních částí do úlohy není zbytečná. Badatelské zaměření úloh také žáci neshledávali jako problematické a víceméně se vyjadřovali ve smyslu, že jim implementace této části nevadila a nevadilo ani to, že na ně byla kladena vyšší zátěž v koncepci experimentu a v interpretaci dat. Co se ale ukázalo býti problematické, bylo časové hledisko. Pokud zpracování úlohy znamenalo prodloužení laboratorního cvičení, motivace žáků, a tím i hodnocení úlohy, rychle klesaly. To víceméně znamená, že je nezbytné realizovat úlohu tak, aby neznamenal zbytečnou časovou zátěž, popř. je nezbytné ji rozdělit na více laboratorních cvičení.

Ačkoliv celkově bylo hodnocení úloh pozitivní, překvapivě, porovnání českých a slovenských žáků ukázalo na signifikantní rozdíl ($U = 155\,207,000$; $z = -9.569$; $p = 0,000$;

$MR_{\check{C}R} = 757,50$, $MR_{SR} = 564,57$). Slovenští žáci byli v hodnocení pozitivnější než čeští a 65 % z nich považovalo aktivity za velmi zajímavé a 32 % za zajímavé. Čeští žáci považovali aktivity za velmi zajímavé v 37 % případů a 54 % je považovalo „pouze“ za zajímavé. Naopak, přibližně 9 % českých žáků, a tedy zhruba o 5 % více než žáků ze Slovenska, hodnotilo úlohy jako nezajímavé nebo nudné. Statistická analýza dále ukázala, že realizovaná aktivita má vliv na to, jak byla aktivita hodnocena, stejně tak se ukázalo, že vliv hraje skutečnost, zda je aktivita realizována na univerzitě nebo na participující škole. Vzhledem k tomu, že čeští a slovenští žáci ve značné míře realizovali odlišné úlohy, byl pro hrubé ověření uvedených skutečností zpracován redukovaný set evaluací, který zahrnoval pouze takové evaluace, kdy čeští i slovenští žáci realizovali stejné aktivity a zároveň je realizovali v prostorách univerzity. Tento redukovaný set evaluací zahrnoval 188 žáků (155 slovenských a 33 českých), přičemž výsledky vyhodnocení ukázaly i v tomto případě skutečnost, že slovenští žáci hodnotí úlohy pozitivněji, než ti čeští.

Vyhodnocení položky P02 ukazuje, že instrukce se žákům většinou jeví jako jasné či naprosto jasné – to indikuje přibližně 83 % českých žáků a 98 % žáků ze Slovenska. Je zřejmé, že i v tomto případě lze vyzorovat statisticky významný rozdíl mezi žáky ze Slovenska a ČR ($U = 136\,844,000$; $z = -12,386$; $p = 0,000$; $MR_{\check{C}R} = 777,79$, $MR_{SR} = 525,99$), nicméně, v tomto případě už vyhodnocení redukovaného setu evaluací popsaného o odstavec výše neprokázalo signifikantní rozdíl mezi českými a slovenskými žáky, což naznačuje, že instrukce byly jasné oběma skupinám zhruba stejně, což je víceméně očekávaný výsledek.

Celková spokojenost s aktivitami (P03) ukazuje podobné výsledky jako v případě položky P01. Přestože většina českých žáků (93 %) a stejně tak většina žáků ze Slovenska (98 %) reportovala spokojenost s absolvovanými úlohami, v případě žáků z ČR byly hodnoty posunuty více k neutrálním hodnocením než na Slovensku. Slovenští žáci ve velké většině (76 %) hodnotili aktivity nejlepší možnou známkou (☺☺☺, tj. 1 na 6 bodové škále), čeští žáci byli skeptičtější a většina z nich volila až druhou nejlepší známku (☺☺, tj. 2 ze 6 bodové škály - 43 %). Taktéž, téměř jedna čtvrtina (23 %) českých žáků se vyjádřila víceméně neutrálním hodnocením (tedy známkou 3 - ☺). Opět, rozdíl mezi českými a slovenskými žáky byl statisticky významný ($U = 110\,398,000$; $z = -14,757$; $p = .000$; $MR_{\check{C}R} = 772,92$, $MR_{SR} = 470,43$) a tento signifikantní rozdíl byl patrný i na redukovaném setu evaluací: ($U = 2\,954,000$; $z = -5,578$; $p = 0,000$; $MR_{\check{C}R} = 272,17$, $MR_{SR} = 182,99$).

Srovnání jednotlivých aktivit také ukázalo statisticky významné rozdíly, a to ve všech sledovaných položkách. (P01: $\chi^2(17) = 118,269$; $p = 0,000$; P02: $\chi^2(17) = 182,197$; $p = 0,000$; P03: $\chi^2(17) = 172,817$; $p = 0,000$). I přesto, že slovenští žáci byli podstatně pozitivnější v evaluaci aktivit a zároveň, některé aktivity byly evaluovány pouze v ČR, což zjevně může zdánlivé hodnocení aktivit negativně ovlivnit, na základě rozhovorů se žáky, zkušeností získaných při realizaci cvičení a z komentářů poskytnutých během evaluace bylo možné identifikovat nejpoblárnější aktivity mezi žáky (P03). Těmito aktivitami byly CHEM 02 (Antacida ...), CHEM 04 (Hasicí přístroj ...), CHEM 05 (Kyselá dešť ...), a CHEM 06 (Čisticí prostředek ...), viz Tabulka 14. Všechny tyto aktivity byly žáky, kteří aktivitu realizovali, hodnoceny z více než 70 % nejvyšší známku (☺☺☺). Aktivity CHEM 02 a CHEM 04 byly rovněž velmi pozitivně hodnoceny s ohledem na jasné instrukce v zadání (78 % and 77 %). Nicméně, v této položce (P02 – zřetelnost instrukcí) také aktivity CHEM 03 (Krásný skleník ...), CHEM 05 (Kyselá dešť ...), BIO 05 (EKG) a BIO 06 (Krevní tlak ...) byly hodnoceny velmi dobře, kdy přes 60 % žáků, kteří je realizovali, tyto úlohy ohodnotilo nejvyšším hodnocením. Nejlépe hodnocenými biologickými aktivitami (dle P01) byly aktivity BIO 05 and BIO 06 (47 % a 64 % nejvyšších hodnocení), nejspíše s ohledem na již zmiňovaný důvod, kterým je jejich orientace na lidské tělo a fyziologii. Zároveň jde o témata žákům z praxe dobře známá (kdo by neslyšel o krevním tlaku, ale ne každý ví, co to znamená ...). Aktivity jsou zároveň jednodušší, dobře reprodukovatelné a instrukce jsou dobře srozumitelné. Design experimentů také není obtížný. Poměrně překvapivě se z pohledu zajímavosti a motivace zařadila aktivita CHEM 11 (Plynová chromatografie, identifikace methanolu v alkoholickém nápoji). Nejvyšší pozitivní známku ji ohodnotilo zhruba 75 % žáků). Příčinou, vyplývající z rozhovorů a komentářů (např. „dneska jsem se cítil jako v Kriminálce Miami“ (Wikipedia, 2017)), může být, že žáci v jejím rámci řeší kriminální případ navázaný na tzv. methanolovu aféru (Česká televize, 2017; MAFRA, a. s., 2019), přičemž využívají moderní metody, jejíž princip a metodika jsou víceméně dobře pochopitelné a design experimentu nečiní větších obtíží. Nicméně, samotné provedení může být poněkud nudné, zejména vzhledem k nutnosti čekání na realizaci analýzy ve chvíli, když je vzorek zrovna na koloně. Tady se ukázalo, že žáci si ne vždy umí dobře zorganizovat práci (to se často projevovalo i u ostatních úloh, ale v případě CHEM 11 patrně nejvíce) a i přesto, že si mohli v dané chvíli velmi dobře promýt stříkačku a připravit další vzorek, většinou v tomto ohledu selhávali. Tím se v některých případech dostávali ke konci cvičení do časové tísně, což se projevilo v položce P03 horším hodnocením. Později byla tato úloha doplněna několika otázkami po dobu analýzy a návod

byl doplněn o instrukce k organizaci času při měření. Ač by tomu výsledky z realizace úlohy CHEM 11, která vykazala značný potenciál z hlediska motivace (P01), který ale z uvedených důvodů nenaplnila v celkovém hodnocení (P03), nenapovídaly, korelační analýza ukazuje, že obecně existuje korelace mezi skutečností, že je úloha zajímavá a motivační (P01) a tím pádem je velmi dobře hodnocená celkově (P03) (Tabulka 13).

Tabulka 13: Korelační matice (dle Spearmana) pro položky P01-P03 (** - korelace je signifikantní na hladině významnosti 0,01 (dvoustranný test – 2-tailed))

	P01	P02	P03
P01	1		
P02	0,38**	1	
P03	0,53**	0,39**	1

To naznačuje, že platí, že pokud jsou žáci adekvátně motivováni, pak jsou více spokojeni s realizovanou aktivitou, jinými slovy, je žádoucí žáky vhodně a adekvátně motivovat a opět se ukazuje, že implementace motivační a případně „zahřívací“ („warming up“) části do úlohy je vhodná a potřebná. Na druhou stranu, možná trochu překvapivě, skutečnost, zda jsou instrukce v úloze zřejmé (P02) sice koreluje s motivačním potenciálem úlohy (P01) i s celkovým hodnocením (P03, Tabulka 13), ale jen velmi mírně. To naznačuje, že je žádoucí vkládat do úlohy jasné a jednoznačné instrukce, ale pokud tomu tak není, zdá se, že vhodná motivace může do značné míry kompenzovat menší jednoznačnost instrukcí, a to zejména v případech badatelsky laděných úloh, kdy může být vysoká jednoznačnost zadání na škodu (či jinak – jistým odklonem od badatelského pojetí aktivity).

S ohledem na celkové hodnocení úloh, na chvostu, ale stále velmi dobře hodnocené ze všech pohledů, skončily úlohy CHEM 12 (Zklamáný lékárník – redoxní titrace), BIO 02 (Fotosyntéza) a BIO 03 (Eutrofizace). Tyto úlohy již byly z daného pohledu diskutovány v předchozích kapitolách. V případě úlohy CHEM 12 se nejspíše ani tak nejednalo o problémové hodnocení úlohy jako takové, ale spíše se v celkovém hodnocení projevil vliv softwaru a využití dotykového zařízení – tabletu, kterážto kombinace nebyla příliš dobře hodnocena (viz kapitola „Postoje žáků při práci se školními měřicími systémy – vliv četnosti využívání systému, vliv použitého systému a vliv použitého software“). Právě v případě této úlohy bylo využití ovládacího softwaru SPARKvue společně s tabletem celkem časté a problémy se softwarem se patrně projeví i v hodnocení úlohy (což poměrně silně zaznělo i v rozhovorech se žáky, bylo patrné v rámci realizace cvičení a ostatně se objevilo i v komentářích žáků v dotaznících). U biologicky zaměřených úloh šlo rovněž o již naznačené faktory (viz kapitola „Motivace žáků při práci s badatelsky orientovanými

úlohami a školními měřicími systémy v úlohách zaměřených na biologii“), kterými byly větší „otevřenost“ uvedených úloh z hlediska BOV a tím širší pole možných výzkumů, kdy se projevila nejistota žáků v plánování, designu a realizaci vybraných experimentů a menší reprodukovatelnost výsledků. Ať tak či tak, i přes zmíněné problémy byly úlohy hodnoceny pozitivněji, než by odpovídalo názorům žáků s ohledem na jasnost a zřetelnost instrukcí (proto jen mírná korelace mezi P02 a P03) a rozdíl mezi těmi nejlépe hodnocenými aktivitami a aktivitami hodnocenými nejhůře je poměrně malý ($\eta^2 = 0,07$). Celkem překvapivě, aktivity zaměřené na spektroskopii (CHEM 03, CHEM 09, CHEM 10), které nutně byly pro řadu žáků nové a z mnoha pohledů spektroskopii nelze považovat za snadné téma (komplikovaný fyzikální princip, náročná metodika práce, ...), příslušné úlohy byly hodnoceny v celkovém hodnocení (P03) taktéž pozitivně a hodnocení zajímavosti a motivace (P01) přesáhlo 80 % a v celkovém hodnocení dávalo úlohám minimálně 30 % žáků nejvyšší známku a vždy alespoň 95 % bylo s aktivitou spokojeno.

Tabulka 14: Porovnání celkového hodnocení aktivit a jeho rozložení (položka P03 – celková spokojenost s aktivitou)

AKTIVITA	☺☺☺	☺☺	☺	SPOKOJENO	☹	☹☹	☹☹☹	NESPOKOJENO
CHEM 01	50 %	40 %	10 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 02	78 %	10 %	12 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 03	60 %	27 %	13 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 04	79 %	11 %	8 %	98 %	2 %	0 %	0 %	2 %
CHEM 05	77 %	6 %	15 %	98 %	0 %	0 %	2 %	2 %
CHEM 06	71 %	21 %	4 %	96 %	0 %	0 %	4 %	4 %
CHEM 07	43 %	40 %	13 %	96 %	4 %	0 %	0 %	4 %
CHEM 08	29 %	48 %	19 %	96 %	0 %	4 %	0 %	4 %
CHEM 09	36 %	34 %	29 %	99 %	0 %	1 %	0 %	1 %
CHEM 10	30 %	24 %	41 %	95 %	1 %	4 %	0 %	5 %
CHEM 11	36 %	46 %	14 %	96 %	4 %	0 %	0 %	4 %
CHEM 12	22 %	41 %	15 %	78 %	15 %	7 %	0 %	22 %
BIO 01	45 %	36 %	16 %	97 %	1 %	0 %	2 %	3 %
BIO 02	28 %	43 %	18 %	89 %	6 %	5 %	0 %	11 %
BIO 03	11 %	39 %	40 %	89 %	4 %	3 %	4 %	11 %
BIO 04	34 %	34 %	24 %	92 %	5 %	2 %	1 %	8 %
BIO 05	47 %	38 %	12 %	97 %	3 %	0 %	0 %	3 %
BIO 06	64 %	16 %	15 %	95 %	2 %	2 %	1 %	5 %

I když tyto úlohy byly celkově hodnoceny o něco hůře než ostatní, vzhledem k uvedeným faktorům jde o velmi dobrý výsledek.

Výsledky hodnocení úloh každopádně ukazují, že prakticky všechny úlohy, i přes některé připomínky k realizaci, které byly často reflektovány v nové verzi úloh, jsou nějakým způsobem zajímavé a mají dostatečný motivační potenciál žáky zaujmout. Většinou jsou žákům instrukce zřejmé (drobné nedostatky byly opraveny) a žáci jsou schopni úlohy realizovat, byť někdy s větším úsilím, daným často „otevřeností“ z hlediska BOV. Celkové porovnání všech aktivit je shrnuto v tabulce 14.

Hodnocení využití ŠMS – položky P04, P05 a P06

(P04: Bylo jednoduché nastavit experimentální zařízení, P05: Bylo jednoduché pracovat s počítačovým systémem, P06: Na provedení experimentu jsem potřeboval/a pomoc učitele)

Postoje žáků k práci se ŠMS využívanými v rámci realizovaných aktivit byly sledovány prostřednictvím položek P04 – P06. Šetření ukázalo, že pro žáky bylo snadné ŠMS nastavit (P04) a také práci s nimi považovali za snadnou (P05), a to v případě prakticky všech aktivit, kromě aktivity CHEM 01 (CO₂ v oceánech, měření pH), kde se poměrně velké množství žáků (50 %) vyjádřilo tak, že nastavení ŠMS bylo více (10 %) či méně (40 %) obtížné (Tabulka 15). Vzhledem k tomu, že využití ŠMS v této úloze zahrnovalo měření pH a práci s pH elektrodou, přičemž něco podobného se při práci v rámci jiných úloh, kde se také pracuje s pH elektrodou (např. CHEM 02, CHEM 05, CHEM 06), neprojevovalo, jednalo se o zjištění, které bylo žádoucí podrobit hlubšímu zkoumání. Analýza komentářů a rozhovorů se žáky, kteří realizovali dané cvičení, ukázala, že v rámci této aktivity, v její první verzi, žáci museli před samotným cvičením realizovat kalibraci pH elektrody. Samotná kalibrace sice není obtížná, ale je celkem zdoluhavá – je třeba vyčkat ustálení hodnoty. Navíc, důvod provedení kalibrace v úloze není nijak zvlášť diskutován, žák nemusí pro kalibraci najít opodstatnění a jde tak z jeho pohledu o něco, co ho „zdržuje“ od práce. Kromě toho, grafické rozhraní procesu kalibrace není naprosto intuitivní (ustalující hodnota se zobrazuje celkem malým písmem a není nijak zvýrazněna, ani pozicí ani barevně, samotné konečné ustálení hodnoty není nijak zřejmé, což žáka znejistí). Z uvedených důvodů, z dané úlohy (a případně i z ostatních) byl proces kalibrace odstraněn, případnou kalibraci tak musí provést pedagog před realizací cvičení, případně byla realizace kalibrace ponechána, ale byla jí věnována větší pozornost, včetně způsobu provedení a příslušné motivace. Přirozeně, kalibrace senzoru je procesem velmi důležitým a je žádoucí, aby jej žáci pochopili a zvládli, z tohoto

pohledu vypadá vyřazení této části z úlohy nedidakticky. Nicméně je zřejmé, že celkově tento proces realizaci úlohy zkomplikoval, navíc vedl k tomu, že pozornost žáků byla od samotného zaměření úlohy odvedena k další činnosti než k tématu či cíli, na nějž je úloha zaměřena. Na základě toho lze spíše doporučit, pokud je to naším zájmem a didaktickým cílem, aby žáci buď před realizací vlastní úlohy provedli ještě další úlohu, jejíž podstatou je provedení kalibrace, anebo učitelé kalibraci implementovali didakticky, s příslušnou motivací, do samotné úlohy. Na základě uvedeného byla v rámci vytvořených metodik vytvořena ještě jedna úloha zaměřená čistě na kalibraci. Motivace k úloze je založena na tom, že hodnota pH vzorku mléka, pitné vody, vhodné minerální vody nebo piva (záměrně nebyla vybrána destilovaná voda, kvůli své malé pufrací kapacitě a značnému kolísání hodnoty pH) má vzorek hodnotu bazičtější, než by měl mít, což potvrdí kontrolní měření vedené učitelem. V podezření je porucha čistící linky na láhve, v nichž jsou dané nápoje distribuovány k zákazníkovi. Díky tomu byla zakázána distribuce nápoje, čistící linka je odstavena a společnost tak přichází o značné prostředky. Závadu na čistící lince ale nelze nalézt. Žákův úkol je tak najít příčinu problému. Ten nakonec leží v neprovedené kalibraci pH elektrody v oddělení kontroly kvality, kterou záměrně neprováděl kvůli ulehčení své práce jistý zaměstnanec podniku. Z hlediska práce se školním měřicím systémem (P05), problémy byly indikovány v úloze CHEM 12 (Zklamaný lékárník, redoxní titrace), kdy práci se ŠMS jako více či méně obtížnou hodnotilo více než 50 % žáků (Tabulka 15). Zde se opět projevil zejména vliv použité kombinace softwaru SPARKvue společně s tabletem, jak je diskutováno v části „Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03“. Ve srovnání s ostatními úlohami mají horší (ale nikoliv vyloženě špatné) hodnocení v položkách P04 a P05 také aktivity CHEM 07 (titrace vína) a CHEM 08 (vodivostní titrace). V případě obou úloh jde opět o vliv použité kombinace softwaru a tabletu, tedy obdobně jako v případě úlohy CHEM 12, nicméně v případě těchto úloh byla příslušná kombinace softwaru a tabletu v evaluacích úloh využita v podstatně menší míře než v případě aktivity CHEM 12. V případě aktivity CHEM 08 je důvodem horšího hodnocení v položkách P04 a P05 také problém s vyhodnocením naměřených dat. U měření vodivosti mají žáci často problém s tím, že hodnota vodivosti po přidání titračního činidla poměrně kolísá, což v grafické podobě vypadá „nevyhodnotitelně“. Až po dosažení bodu ekvivalence dochází ke skutečně zřetelnému nárůstu vodivosti, který dá naměřené titrační křivce charakteristický tvar. Tomu se dá zabránit využitím solanky jako vzorku, tam podobné problémy odpadají, ale z motivačního hlediska je pro žáky samozřejmě příjemnější titrovat vzorek pitné vody od nich z domácnosti z kohoutku či vlastní studny než solanku. Dalším důvodem

komplikovanější práce v rámci aktivity CHEM 08 je konstrukce vodivostního čidla Pasco, s nímž byla prováděná větší část evaluací. Otvor v elektrodě sloužící k zajištění výměny roztoku v tělese čidla je poměrně malý (viz Obrázek 37) a výměna roztoku u čidla je tak pomalejší, navíc, někdy se na otvoru zachytí vzduchová bublina, která výměnu roztoku znemožní či komplikuje a čidlo neměří správné hodnoty. To někdy vede k nutnosti opakovat měření a ve svém důsledku ke komplikaci v práci se ŠMS. V případě realizací podobné úlohy se ŠMS Vernier, kde je otvor v čidle větší, k obdobným komplikacím téměř nedochází.



Obrázek 37: Senzory pro měření vodivosti výrobců Pasco (vlevo) a Vernier (vpravo)

Zdroj: http://www.sprel.com.cy/store/p406/PASCO-CI-6729_Conductivity_Sensor.html a
<https://www.amazon.com/Vernier-Software-Conductivity-Probe-CON-BTA/dp/B000EO480A>

U všech ostatních úloh převažovalo vyloženě pozitivní hodnocení jak s ohledem na nastavení systému, tak s ohledem na práci se ŠMS. Celkově, většina žáků považovala nastavení měření za velmi snadné (51 %) nebo za snadné (38 %) a práci se ŠMS za velmi snadnou (57 %) nebo snadnou (33 %). Celkově pak 11 % žáků považovalo nastavení ŠMS za obtížné a 10 % považovalo za komplikovanou práci se školními měřicími systémy. I když při práci se školními měřicími systémy mohou nastat již zmíněné problémy, a je nezbytné brát na ně v koncepci cvičení ohled, žáci je ve většině případů nepovažují za zásadní a vyjadřují se ve smyslu, že práce se školními měřicími systémy je snadná. Tím pádem, nezdá se, že by z pohledu žáků měl být způsob ovládání a práce se školními měřicími překážkou v implementaci ŠMS do výuky.

Obdobně jako v případě položek P01 – P03, i v případě položky P04 slovenští žáci považují nastavení školních měřicích systémů za jednodušší, než žáci čeští, jak naznačují výsledky Mann-Whitney U testu realizovaného pro redukovaný set evaluací (tak, aby ve vyhodnocení byly stejné úlohy realizované českými a slovenskými žáky; $U = 2\,030,500$; $z = -2,224$; $p = 0,026$; $MR_{\text{ČR}} = 110,47$, $MR_{\text{SR}} = 91,10$). Nicméně, žádný signifikantní rozdíl nebyl vysledován v případě položky P05 (práce se školními měřicími systémy). Malý rozdíl v rámci položky P04 lze vysvětlit skutečností, že žáci ze Slovenska považovali úlohy za

zajímavější a zjevně byli ochotni do úlohy vložit větší úsilí, což mohlo vést k tomu, že nastavení experimentu a ŠMS považovali za méně náročné.

Celkem pochopitelně, daleko důležitějším faktorem, který se projevil v hodnocení položek P04 a P05 byla realizovaná aktivita a tím i další faktory realizaci aktivity provázející. (P04: $\chi^2(17) = 119,744$; $p = 0,000$; P05: $\chi^2(17) = 176,077$; $p = 0,000$). Analýza povahy realizovaných úloh a komentářů v dotaznících a odpovědi žáků v rozhovorech ukazuje, že problémy se objevují v těch úlohách, které jsou založeny na realizaci titrace (Tabulka 15, např. aktivity CHEM 07, CHEM 08 a CHEM 12) a v nichž, kromě již zmíněných problémů s kombinací SW SPARKvue/tablet (viz kapitola „Postoje žáků při práci se školními měřicími systémy – vliv četnosti využívání systému, vliv použitého systému a vliv použitého software“ a „Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03“), hraje roli i to, že je třeba realizovat komplikovanější nastavení samotného měření ve formě manuálního zavedení veličiny (objem) a manuálního vstupu dat. To může způsobit problémy, např. nekorektně vložené hodnoty (např. díky nesprávnému zadání s nevhodným oddělovačem desetinných míst či překlepů na klávesnici). Data lze samozřejmě v příslušných programech měnit, ale vyžaduje to nutnost hlubšího ovládání příslušného softwaru, což se opět může projevit v hodnocení práce se ŠMS.

Tabulka 15: Hodnocení práce se školními měřicími systémy – hodnocení žáků (P04-jednoduchost nastavení a P05 - jednoduchost práce se ŠMS)

AKTIVITA	Velmi snadná		Snadná		Obtížná		Velmi obtížná	
	P04	P05	P04	P05	P04	P05	P04	P05
CHEM 01	30 %	90 %	20 %	10 %	40 %	0 %	10 %	0 %
CHEM 02	60 %	66 %	40 %	34 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 03	40 %	33 %	53 %	53 %	7 %	13 %	0 %	0 %
CHEM 04	70 %	77 %	28 %	23 %	2 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 05	60 %	70 %	38 %	28 %	2 %	2 %	0 %	0 %
CHEM 06	75 %	92 %	25 %	8 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 07	36 %	39 %	36 %	41 %	25 %	16 %	2 %	5 %
CHEM 08	34 %	25 %	32 %	32 %	21 %	21 %	13 %	21 %
CHEM 09	43 %	53 %	43 %	35 %	13 %	9 %	2 %	3 %
CHEM 10	39 %	52 %	44 %	33 %	17 %	13 %	0 %	1 %
CHEM 11	39 %	68 %	54 %	32 %	7 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 12	21 %	22 %	21 %	19 %	21 %	37 %	36 %	22 %

BIO 01	48 %	51 %	45 %	43 %	5 %	3 %	2 %	3 %
BIO 02	44 %	47 %	48 %	43 %	8 %	9 %	0 %	1 %
BIO 03	43 %	36 %	49 %	49 %	7 %	16 %	1 %	0 %
BIO 04	63 %	59 %	32 %	35 %	2 %	5 %	3 %	1 %
BIO 05	60 %	72 %	33 %	25 %	6 %	2 %	1 %	1 %
BIO 06	57 %	69 %	32 %	20 %	4 %	3 %	7 %	8 %

Přirozeně, v případě těchto úloh je tak jednoznačně nezbytné rezervovat si v rámci praktika čas a provést adekvátní instruktáž týkající se správného nastavení a manuálního zadávání dat ve správném formátu.

V případě spektroskopických měření (aktivity CHEM 03, CHEM 09 a CHEM 10), celkem zřídka, nicméně přece, žáci informovali o potížích s nastavením spektrofotometru, které povětšinou souvisely s nechtěnými kliky a pohyby myši, které vedly k zobrazení nesprávného okna. Vhodná instrukce, popř. připomenutí, s ohledem na klíčové funkce systému před realizací cvičení je tak nepochybně žádoucí, i když nikoliv nutné, případné potíže lze vyřešit i v průběhu cvičení. Kromě toho programy sloužící k ovládání spektrometrů systémů firem Vernier a Pasco byly v průběhu posledních let vylepšeny natolik, že ovládání je intuitivnější a práce jednodušší a množství problémů, které se během cvičení mohou objevit, tak bylo opět omezeno a práce se spektrometry se tak stala méně náročná.

I přes relativní jednoduchost nastavení a práce se školními měřicími systémy, více než polovina žáků participujících v implementaci aktivit pro ŠMS hlásila potřebu pomoci učitele v rámci realizace laboratorního cvičení (P06; viz Tabulka 16).

Tabulka 16: Množství žáků, kteří požádali v rámci realizace aktivity se ŠMS o pomoc (P06)

	VELKÁ POMOC	PŘÍLEŽITOSTNÁ POMOC	MALÁ POMOC	ŽÁDNÁ POMOC
ŽÁCI ČR	20 %	47 %	22 %	11 %
ŽÁCI SLOVENSKO	4 %	35 %	37 %	24 %

Celkem překvapivě slovenští žáci vyžadovali statisticky významně méně pomoci než jejich čeští protějšci ($U = 284\,984,000$; $z = 10,531$; $p = \mathbf{0,000}$; $MR_{\text{ČR}} = 612,40$, $MR_{\text{SR}} = 837,21$), což bylo potvrzeno i při vyhodnocení redukovaného setu aktivit společných pro české

i slovenské žáky ($U = 1\,776,500$; $z = -2,930$; $p = \mathbf{0,003}$; $MR_{\text{ČR}} = 118,17$, $MR_{\text{SR}} = 89,46$). Velikost účinku byla nicméně na pomezí malé a střední hodnoty ($\eta^2 = 0,05$). I přesto, že se zdá, že slovenští žáci pracovali autonomněji, než ti čeští, překvapivě, slovenští učitelé participující při realizaci cvičení hlásili množství poskytnuté pomoci vyšší. Informace (a míra pomoci) od českých učitelů pak odpovídala tomu, co hlásili čeští žáci a stejně tak se příliš nelišila od hodnoty nahlášené slovenskými učiteli (viz kapitola „Hodnocení aktivit a práce se školními měřicími systémy – postoje a názory učitelů“), rozdíl nebyl signifikantní. Z tohoto důvodu se lze domnívat, že díky vyšší motivaci slovenští žáci víceméně podcenili množství pomoci, které jim bylo učitelem poskytnuto. I v případě potřeby pomoci byly rozdíly mezi aktivitami statisticky významné ($\chi^2(17) = 235,312$; $p = \mathbf{0,000}$), jinými slovy, některé aktivity vyžadovaly více pomoci a jiné méně (s vysokým účinkem $\eta^2 = 0,157$), což samozřejmě není nijak překvapivé, ale umožní to identifikovat náročnější aktivity a adekvátně se na ně připravit a také informovat učitele, který se o implementaci aktivity pokusí, jakou aktivitu pro své žáky zvolit. Informace získané v rámci této položky (P06 – Na provedení experimentu jsem potřeboval/a pomoc učitele) jsou shrnuty v tabulce 17. Jak tabulka ukazuje, z pohledu potřeby pomoci jsou nejnáročnější aktivity založené na titraci (CHEM 07, CHEM 08 a CHEM 12) a, poněkud méně, spektroskopicky laděné aktivity (CHEM 03, CHEM 09 a CHEM 10).

Tabulka 17: Potřeba pomoci v rámci realizace laboratorní aktivity (P06)

AKTIVITA	VELKÁ POMOC	PŘÍLEŽITOSTNÁ POMOC	MALÁ POMOC	ŽÁDNÁ POMOC
CHEM 01	20 %	70 %	0 %	10 %
CHEM 02	3 %	41 %	41 %	14 %
CHEM 03	33 %	47 %	20 %	0 %
CHEM 04	6 %	23 %	26 %	45 %
CHEM 05	2 %	68 %	17 %	13 %
CHEM 06	4 %	25 %	38 %	33 %
CHEM 07	28 %	45 %	20 %	7 %
CHEM 08	29 %	54 %	14 %	4 %
CHEM 09	12 %	54 %	25 %	10 %
CHEM 10	20 %	57 %	20 %	3 %
CHEM 11	18 %	71 %	4 %	7 %
CHEM 12	46 %	43 %	7 %	4 %

BIO 01	13 %	48 %	29 %	10 %
BIO 02	33 %	41 %	15 %	10 %
BIO 03	9 %	59 %	29 %	3 %
BIO 04	12 %	37 %	31 %	19 %
BIO 05	4 %	27 %	36 %	34 %
BIO 06	10 %	33 %	40 %	17 %

Z tabulky 17 je zřejmé, že v případě všech aktivit bylo nezbytné poskytnout žákům nějakou pomoc při realizaci úlohy a pouze menšina žáků nevyžadovala žádnou nebo malou pomoc. Z daného pohledu některé aktivity, i úspěšné v celkovém hodnocení, vyžadovaly poměrně velké množství pomoci. Příkladem může být aktivita CHEM 11 (Plynová chromatografie), aktivita CHEM 05 (Kyselé deště) či aktivita CHEM 01 (CO_2 v oceánech; v tomto případě nutnost pomoci souvisela zejména s již zmíněnou potřebou kalibrace pH elektrody). v případě biologicky laděných úloh hodně pomoci vyžadovaly aktivity BIO 02 (Fotosyntéza) and BIO 03 (Eutrofizace). Na základě komentářů poskytnutých žáky v rámci vyplnění příslušného dotazníku, pomoc poskytnutá žákům realizujícím laboratorní cvičení může být rozdělena do následujících 4 skupin: (a) Technická pomoc spojená s ovládáním ŠMS, jeho nastavením, popř. ovládáním, zahrnující jak hardwarové tak softwarové obtíže; (b) Pomoc související s problémy týkajícími se laboratorní práce (příprava roztoků, jak používat automatickou pipetu, jak běžnou pipetu atd.); (c) Pomoc týkající se problémů teoretického rázu (výpočty, vysvětlení některých teoretických principů nesouvisejících s využitím ŠMS atd.) a (d) Pomoc s ostatními problémy (typu „Nemohl jsem najít WC?“ „Vyučující mi pomohl nalézt peroxid vodíku“ atd.). Tato kategorizace pomohla kvantifikovat množství problémů, s nimiž žáci potřebovali pomoci, přičemž analýza komentářů a této kategorizace ukázala, že většina problémů a příslušná poskytnutá pomoc souvisí s prací se ŠMS (59 %). 17 % komentářů k položce P06 bylo přiřazeno k práci v laboratoři a 22 % k řešení teoretických problémů. V porovnání s „klasickým“ laboratorním cvičením, bez využití ŠMS, laboratorní cvičení s jejich využitím se jeví jako výrazně náročnější. To je pochopitelné, žáci mnohdy musí zvládnout nové způsoby práce a principy měření, i když v často zajímavé a přijatelné podobě. Na druhé straně, uvedené množství problémů týkajících se cvičení není tak alarmující, jak to na první pohled vypadá. Příslušný komentář k položce P06 totiž poskytlo jen o něco více než třetina žáků (39 %). Ze zbylé části zhruba 20 % žádnou pomoc nevyžadovalo, a položku v dotazníku nevyplnili z tohoto důvodu. Dále je třeba vzít v potaz, že výrazně nadpoloviční část žáků (nad 80 %) pracovala

se ŠMS poprvé, což taktéž ovlivnilo výsledky směrem k většímu množství pomoci týkající se práce se ŠMS. Lze tedy předpokládat, že reálný počet žáků vyžadujících pomoc týkající se práce se ŠMS bude reálně podstatně nižší, nicméně, i tak je třeba vzít danou skutečnost při organizaci praktika se ŠMS v potaz a být na ni dobře připraven. Výsledek také naznačuje, že problémy a související potřebná pomoc při práci v laboratorním cvičení s využitím ŠMS jsou celkem frekventované a učitel musí být na případné dotazy a poskytnutí příslušné odborné pomoci dobře připraven. Pokud tedy chceme implementovat výuku se ŠMS do běžného kurikula středních, ale i základních, škol, je zjevně nezbytné na to budoucí (pre-service), ale i současné (in-service) učitele důsledně připravovat, a to v případě budoucích učitelů v rámci jejich studijních programů a stávající učitele v rámci jejich profesního rozvoje v rámci DVPP (další vzdělávání pedagogických pracovníků) a DPS (doplňkové studium chemie) kurzů.

Podpora implementace ŠMS do výuky na SŠ

(P09: Ocenil/a bych častější používání ŠMS v hodinách přírodních věd)

Výsledky analýzy této otázky naznačují, že zhruba 86 % žáků podporuje implementaci a častější užívání školních měřicích systémů ve výuce na střední škole. Slovenští žáci byli opět v daném ohledu pozitivnější než žáci z ČR, kdy jednoznačnou podporu pro zavádění ŠMS do výuky projevilo 97 % slovenských žáků oproti 80 % žáků českých, přičemž tento rozdíl je opět signifikantní ($U = 165\,585,000$; $z = -8,683$; $p = 0,000$; $MR_{\text{ČR}} = 700,11$, $MR_{\text{SR}} = 586,37$). I přes uvedenou skutečnost, byly nalezeny jen malé korelace mezi položkami P03 (celková spokojenost s aktivitou) a P09 ($\rho = 0,316$, $p = 0,000$) a mezi položkami P04 (jednoduchost nastavení experimentu) či P05 (jednoduchost práce se ŠMS) a položkou P09 (P04 a P09: $\rho = 0,155$, $p = 0,000$; P05 a P09: $\rho = 0,178$, $p = 0,000$). V tomto ohledu se zdá, bez ohledu na rozdíly mezi českými a slovenskými žáky a bez ohledu na překážky, s nimiž se žáci při práci se ŠMS setkají, že celkově nejsou problémy, které se při výuce objeví překážkou pro častější implementaci ŠMS do výuky na SŠ a žáci ji ve své značné většině vyloženě podporují.

Celkově výsledky analýzy postojů a názorů žáků při práci se zmíněnými aktivitami a se ŠMS ukazují, že vytvořené aktivity jsou celkově žáky hodnoceny velmi dobře a jsou dostatečně motivační a zajímavé, víceméně s jasnými a zřetelnými instrukcemi. Pro slovenské žáky, zdá se, jsou testované aktivity i práce se ŠMS zajímavější než pro žáky z České republiky. I přes celkově velmi kladné hodnocení, některé aktivity byly hodnoceny lépe, jiné pak méně

pozitivně. Lepší hodnocení celkem pochopitelně získávaly ty úlohy, které byly jednodušší, jak po odborné, tak technické stránce (byť ne vždy a nutně), s jasnými a zřetelnými instrukcemi a ty, které byly zřetelněji orientovány na běžný život, popř. lidské tělo a jeho fyziologii, důležité byly pro většinu žáků také dobře reprodukovatelné výsledky. V daných ohledech, mezi úspěšné aktivity tak lze zařadit úlohy: CHEM 02 (Antacida), CHEM 04 (domácí hasicí přístroj), CHEM 11 (Plynová chromatografie) či BIO 05 (EKG) and BIO 06 (Tlak krve). Oproti tomu, méně úspěšné byly „otevřenější“ laděné aktivity z pohledu BOV, tedy např. aktivita BIO 03 (Eutrofizace) a aktivity poskytující méně reprodukovatelné výsledky, např. BIO 04 (Klíčení) a BIO 02 (Fotosyntéza). I hodnocení práce se ŠMS odrážející se v položkách P04 (nastavení experimentu) a P05 (práce se ŠMS) bylo ze strany žáků převážně pozitivní a ve většině případů hodnocené jako snadné. Stejně tak, většina žáků jednoznačně podporuje častější implementaci školních měřicích systémů do výuky na středních školách. I přes pozitivní hodnocení, jisté menší problémy byly identifikovány v úlohách zaměřených na titraci, kde žáci reportovali obtížnější nastavení experimentu. Překvapivě, komplikovanější spektrofotometrické aktivity vyžadovaly méně pozornosti vedoucích praktik a jejich hodnocení v řadě aspektů bylo pozitivnější, než bylo očekáváno. I přes celkově pozitivní hodnocení úloh, a rovněž i práce se školními měřicími systémy, analýza potřebné pomoci žákům v průběhu realizace úlohy se ŠMS ukázala, že takové praktikum je stále náročnější než praktikum bez využití ŠMS. Byly identifikovány i některé překážky a problémy, které realizaci praktika provází a vyžadují nezbytnou pozornost a také předchozí dostatečnou přípravu učitele, nejlépe v rámci jeho profesní přípravy při případě budoucích učitelů, popř. osobnostního a odborného rozvoje v případě učitelů stávajících.

Hodnocení aktivit a práce se školními měřicími systémy – postoje a názory učitelů

Výsledky prezentované v rámci předchozích kapitol naznačují, že žáci podporují implementaci školních měřicích systémů do výuky na SŠ, práce s nimi má pro ně motivační charakter a je pro ně ve většině případů dostatečně zajímavá. Stejně tak žáci v zásadě velmi pozitivně hodnotili úlohy, které byly pro práci se školními měřicími systémy vypracovány. V problematice implementace ŠMS do výuky je ale ještě jeden významný faktor, kterým je učitel, jehož názory a postoje byly také podrobeny zkoumání v rámci této práce. Postoje a názory učitelů tak byly hodnoceny prostřednictvím zvláštního dotazníku o 39 položkách (Příloha 1), přičemž otázky v dotazníku se zaměřily na obdobné aspekty jako v případě evaluace úloh a práce se ŠMS u žáků, tedy zejména na hodnocení jednotlivých aktivit a hodnocení postojů ke ŠMS a práce se ŠMS. Tohoto šetření se zúčastnilo celkem

42 českých a slovenských učitelů, kteří participovali na vedení kurzů se žáky, popř. se zúčastnili kurzu DVPP zaměřeného na pokročilou práci se školními měřicími systémy a v jehož rámci byly mj. prezentovány a také realizovány úlohy představené v části Tvorba a koncepce úloh a které byly také testovány mezi žáky (viz Tabulka 3). Z uvedených 42 učitelů bylo 26 učitelů z ČR a 16 ze Slovenska, celkem z 23 participujících škol (19 v ČR, 4 na Slovensku). Všichni učitelé se účastnili ověřování či realizace více než jedné aktivity, což vedlo k celkem 197 evaluacím jednotlivých aktivit (74 bylo realizováno českými učiteli a 123 učiteli ze Slovenska). Uvedený dotazník (viz Příloha 1) pro učitele byl administrován po realizaci každé testované aktivity (evaluaci), nicméně, v souvislosti s danou aktivitou jen jednou za každého učitele. Pro účely této práce bylo k vyhodnocení vybráno 9 otázek daného dotazníku: (U01) Jak jste, jako učitel, celkově spokojen s realizovanou aktivitou?; (U02) Obtížnost aktivity je odpovídající znalostem vašich žáků; (U03) Délka aktivity je optimální; (U04) Aktivita se dobře hodí do mého ŠVP; (U05) Úkoly stanovené aktivitou jsou dobře stanoveny (koncipovány); (U06) Instrukce pro žáky jsou jasné a mají správnou a logickou strukturu; (U07) Pro žáky bylo snadné pracovat se školním měřicím systémem; (U08) Žáci potřebovali pomoc učitele pro pochopení principu a cílů aktivity a (U09) Žáci potřebovali pomoc učitele pro návrh a realizaci experimentů (se ŠMS) v této aktivitě. Učitelé se v případě položek (U02) až (U09) vyjadřovali nad čtyřstupňové škále (1 = naprosto souhlasím, 2 = souhlasím, 3 = nesouhlasím a 4 = naprosto nesouhlasím). V případě položky (U01 – celková spokojenost s aktivitou) se, podobně jako žáci, vyjadřovali na šestistupňové škále (☺☺☺ = velmi spokojený (1) – ☺☺ = částečně spokojený (2) – ☺ = spokojený (3) – ☹ = nespokojený (4) – ☹☹ = částečně nespokojený (5) – ☹☹☹ = velmi nespokojený (6)). Podobně jako v případě analýzy názorů a postojů žáků, i v případě analýzy názorů a postojů učitelů, výsledky analýzy lze rozdělit do dvou skupin: (1) Evaluace aktivit (U01, U02, U03, U04, U05 a U06); (2) Evaluace práce se ŠMS (U07, U08 a U09).

Evaluace aktivit (položky U01, U02, U03, U04, U05, U06)

(U01 - Jak jste, jako učitel, celkově spokojen s realizovanou aktivitou?; U02 - Obtížnost aktivity je odpovídající znalostem vašich žáků; U03 - Délka aktivity je optimální; U04 - Aktivita se dobře hodí do mého ŠVP; U05 - Úkoly stanovené aktivitou jsou dobře stanoveny (koncipovány); U06 - Instrukce pro žáky jsou jasné a mají správnou a logickou strukturu) Analýza položky U01 ukázala, že celkově byli participující učitelé s prakticky všemi aktivitami spokojeni. Konkrétně, v 98 % učitelé reportovali spokojenost, pouze 2 % mírnou nespokojenost a žádný učitel nevyjádřil vysokou nespokojenost. Uvedené hodnocení

podtrhuje skutečnost, že 66 % učitelů volilo při hodnocení aktivit na 6 bodové škále nejvyšší možnou známku a pouze 18 % se vyjádřilo neutrálně, což značilo mírnou spokojenost. Celkově pak učitelé hlásili ještě o něco vyšší spokojenost s úlohami než žáci (viz kapitola „Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03“; 95 % žáků bylo spokojeno, z toho 45 % maximálně spokojeno). Průměrná známka udělená českými učiteli pak činila 1,4 (pokud uvažujeme známkování podobně jako ve škole, ale na 6 bodové škále, tedy 1-nejlepší, 6-nejhorší), průměrná známka udělená učiteli ze Slovenska pak byla na hodnotě 1,7. Každopádně, rozdíl mezi českými a slovenskými učiteli nebyl statisticky významný ($U = 5\,084,000$; $z = 1,632$; $p = \mathbf{0,103}$; $MR_{\text{ČR}} = 91,80$, $MR_{\text{SR}} = 103,33$). Je tím pádem zajímavé, že zatímco žáci ze Slovenska a ČR se vyjadřovali odlišně (viz kapitola „Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03“), čeští a slovenští učitelé hodnotili aktivity „v průměru“ prakticky shodně. Nelze než spekulovat, že slovenští žáci, kteří se bez výjimky narodili až po rozdělení Československa (v roce 1993), mají v rámci slovenského školství přece jen jiné podmínky oproti žákům v ČR, přičemž využití nového přístupu v experimentování se jim tak jeví jako zajímavější než jejich protějšků v ČR. Oproti tomu, čeští a slovenští učitelé se ve většině narodili a byli vzděláváni ještě v dobách společného státu. I když je částečně rozdílný vývoj v obou státech nepochybně ovlivnil, řada postojů k výuce, práci s žáky apod. zůstává společná, a i proto jsou názory navzájem méně odlišné. Nicméně, jak bylo zmíněno, jedná se víceméně o spekulaci, nepochybně existuje řada dalších faktorů, které mohou uvedený rozdíl ovlivňovat, bohužel, v rámci uvedeného poměrně malého vzorku učitelů nelze tyto faktory jednoznačně identifikovat a analyzovat a potvrzení této spekulace by muselo být předmětem další a větší studie na tento faktor zaměřené. I vzhledem k uvedenému, čeští učitelé, trochu překvapivě, byli signifikantně pozitivnější v hodnocení než jejich žáci. ($U = 37\,672,500$; $z = -5,332$; $p = \mathbf{0,000}$; $MR_{\text{učitelé}} = 368,28$, $MR_{\text{žáci}} = 505,28$). Oproti tomu, slovenští učitelé byli s úlohami zhruba stejně spokojeni jako žáci ze Slovenska ($U = 18\,298,000$; $z = 0,714$; $p = \mathbf{0,475}$; $MR_{\text{učitelé}} = 284,77$, $MR_{\text{žáci}} = 274,06$). I přesto, že rozdíl mezi českými a slovenskými učiteli nebyl signifikantní, z rozhovorů a komentářů vyplývá, že čeští učitelé v našem vzorku jsou lépe vybaveni sadami ŠMS než jejich slovenští kolegové a více se tedy zajímají o to, co je možné s nimi realizovat a trochu lépe jsou schopni identifikovat jejich potenciál, ale i překážky bránící jejich implementaci. Oproti tomu, z odpovědí a komentářů slovenských učitelů je patrná jistá skepse, kdy je zřejmé, že učitelům se úlohy a možnosti využití ŠMS opravdu líbí, ale příliš nevěří, že by jejich škola mohla být ŠMS někdy vybavena. Tím pádem ani oproti českým kolegům nesdílí pocit, že by bylo smysluplné principy práce se ŠMS zvládnout na vyšší úrovni. Lepší hodnocení

českých učitelů oproti českým žákům, opět na základě přiložených komentářů, vyplývalo výrazně ze skutečnosti, že většina úloh testovaných učiteli disponovala metodickou částí (viz kapitola „Tvorba a koncepce úloh“), kterou si mohli učitelé prostudovat. Metodická část, obsahující důležité tipy a triky, záměry tvůrců pro vedení úlohy nebo předpokládané výsledky, byla hodnocena jako velmi užitečný pomocník pro vedení a realizaci úlohy ze strany učitele. Učitelé tak byli v hodnocení úloh v trochu jiné pozici než jejich žáci, kteří úlohu realizovali bez metodické části, často bez znalostí teoretických principů, při nutnosti přemýšlet na koncepci experimentu, interpretaci výsledků apod. Učitelé oproti tomu znali všechny postupy, design experimentů, kritická místa pokusu či možné interpretace a výsledky. Z jejich pohledu identifikovali existenci metodik jako usnadnění práce při implementaci, zatímco pro žáky byla realizace aktivit z řady pohledů (i díky jejich orientaci na BOV) relativně náročná oproti „běžnému“ pokusu bez využití ŠMS. Slovenští učitelé se při implementaci mnohdy setkali se ŠMS poprvé a často na tom byli podobně jako jejich žáci, z toho může vyplývat jejich vzájemně podobné hodnocení úloh. Výsledky související s odpověďmi učitelů a žáků na otázky U01 a P03 jsou prezentovány v tabulce 18.

Tabulka 18: Porovnání celkové spokojenosti s aktivitami mezi českými a slovenskými učiteli a zároveň jejich žáky (otázky U01 a P03)

SKUPINA	😊😊😊	😊😊	😊	CELKOVÁ SPOKOJENOST	☹	☹☹	☹☹☹	CELKOVÁ NESPOKOJENOST
UČITELÉ ČR	70 %	19 %	11 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
UČITELÉ SR	63 %	11 %	23 %	97 %	3 %	0 %	0 %	3 %
VŠICHNI UČITELÉ	66 %	14 %	18 %	98 %	2 %	0 %	0 %	2 %
ŽÁCI ČR	27 %	43 %	23 %	93 %	4 %	2 %	1 %	7 %
ŽÁCI SR	76 %	10 %	12 %	98 %	0,5 %	0,5 %	1 %	2 %
VŠICHNI ŽÁCI	45 %	31 %	19 %	95 %	2 %	2 %	1 %	5 %

Mezi českými a slovenskými učiteli se v hodnocení úloh signifikantní rozdíly neobjevily, mezi jednotlivými úlohami, obdobně jako v případě žáků, už ale, celkem nepřekvapivě, ano ($\chi^2(13) = 58,02$; $p = 0,000$; $\eta^2 = 0,25$). Spokojenost učitelů s jednotlivými aktivitami ukazuje Tabulka 19. Opět lze identifikovat „úspěšné“ aktivity, které zaujaly učitele, např. CHEM 02 (Antacida), CHEM 07 (Titrace vína) z aktivit chemických a víceméně všechny úlohy biologické, kromě úlohy BIO 02 (Fotosyntéza). Oproti žákům, méně pozitivněji z pohledu učitelů byly hodnoceny úlohy CHEM 06 (Čistící prostředek), CHEM 01 (CO₂ v oceánech) a CHEM 04 (Domácí hasicí přístroj). V těchto případech bylo hodnocení stále pozitivní, nicméně posunuto více směrem k neutrálním hodnotám. Zde je opět patrný rozdíl v názorech

žáků a učitelů, kdy pro žáky aktivity CHEM 06 a CHEM 04 patřily mezi ty nejatraktivnější a stejně tak aktivita CHEM 01 byla hodnocena pozitivněji. Oproti tomu, úloha CHEM 07 (Kyselost vína, titrace) byla zase zajímavější pro učitele než pro jejich žáky. Důvodem je patrně skutečnost, že učitelé chemie jsou daleko více seznámeni s pojmem titrace, oproti svým žákům, chápou daleko lépe její význam a půvab a umí lépe ocenit její praktické využití. Učitelé se také nepotýkali s problémy s ovládáním SW prostřednictvím tabletu. Kromě toho, na případné komplikace při realizaci titrace, které často mohly být příčinou horšího hodnocení v případě žáků, jsou učitelé daleko lépe připraveni. Obě skupiny, tedy jak učitelé, tak žáci, byly velmi spokojeny s úlohami CHEM 02 (Antacida), BIO 05 (EKG) and BIO 06 (Krevní tlak) a naopak, ani jedné skupině se příliš nelíbila úloha BIO 02 (Fotosyntéza).

Tabulka 19: Porovnání spokojenosti s jednotlivými úlohami (položka U01) - hodnocení učitelů; N/E znamená, že úloha nebyla učiteli testována

AKTIVITA	😊😊😊	😊😊	😊	SPOKOJENOST	☹	☹☹	☹☹☹	NESPOKOJENOST
CHEM 01	31 %	15 %	46 %	92 %	8 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 02	88 %	12 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 03	50 %	50 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 04	38 %	23 %	38 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 05	54 %	23 %	23 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 06	8 %	8 %	62 %	77 %	23 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 07	80 %	20 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
CHEM 08	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CHEM 09	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CHEM 10	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CHEM 11	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
CHEM 12	67 %	0 %	33 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 01	71 %	17 %	17 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 02	50 %	0 %	33 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 03	100 %	19 %	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 04	76 %	8 %	5 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 05	79 %	0 %	13 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
BIO 06	84 %	13 %	16 %	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %

Obdobně jako v případě žáků, i u učitelů komentáře naznačují, že také učitelé hodnotí dobře snadné a dobře proveditelné úlohy s reprodukovatelnými výsledky, stejně tak oceňují motivační potenciál aktivit, zejména těch zaměřených na lidské tělo. Bohužel, relevantnější porovnání aktivit není možné, protože některé aktivity byly realizovány pouze několika učiteli (např. CHEM 03, CHEM 07, CHEM 12 a BIO 03).

Dalšími analyzovanými položkami sledující aktivity byly otázky U02 – U04: (U02 – Obtížnost aktivity je odpovídající znalostem vašich žáků; U03 – Délka aktivity je optimální; U04 – Aktivita se dobře hodí do mého ŠVP).

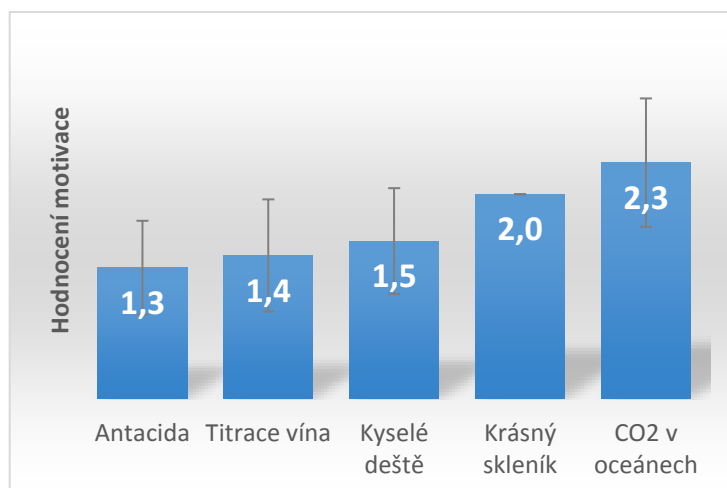
Celkové pozitivní hodnocení aktivit mezi učiteli se projevuje také v odpovědích na položky dotazníku, které rozebírají jednotlivé dílčí aspekty aktivit. Konkrétně se jedná o hodnocení obtížnosti jednotlivých aktivit s ohledem na znalosti žáků (průměrná známka pro všechny aktivity udělená učiteli byla 1,6 na 4 bodové škále), délku aktivity s ohledem na potřeby učitele (1,6) a vhodnost aktivity s ohledem na vzdělávací program školy (ŠVP v ČR) (1,6). Ani v těchto položkách se neprojevily rozdíly mezi českými a slovenskými učiteli (U02: $U = 4\,335,500$; $z = -0,625$; $p = \mathbf{0,532}$; $MR_{\text{ČR}} = 101,91$, $MR_{\text{SR}} = 97,25$; U03: $U = 4\,996,500$; $z = 1,280$; $p = \mathbf{0,201}$; $MR_{\text{ČR}} = 92,98$, $MR_{\text{SR}} = 102,32$; U04: $U = 4\,821,500$; $z = 1,158$; $p = \mathbf{0,247}$; $MR_{\text{ČR}} = 92,53$, $MR_{\text{SR}} = 101,20$). Nicméně, dle očekávání, statisticky významné rozdíly se objevily v hodnocení jednotlivých aktivit. (U02: $\chi^2(13) = 39,700$; $p = \mathbf{0,000}$; $\eta^2 = 0,15$; U03: $\chi^2(13) = 29,584$; $p = \mathbf{0,030}$; $\eta^2 = 0,09$; U04: $\chi^2(13) = 43,547$; $p = \mathbf{0,000}$; $\eta^2 = 0,17$). I přesto, že některé aktivity byly implementovány a hodnoceny relativně malým počtem učitelů, rozhovory s učiteli, jejich komentáře z dotazníků a osobní zkušenosti z evaluace dovolují, alespoň do určité míry, porovnat jednotlivé aktivity z pohledu položek U02, U03 a U04. S ohledem na obtížnost, odpovídající znalostem jejich žáků, učitelé volili jako vhodné většinu testovaných aktivit, zejména pak aktivity CHEM 02 (Antacida), CHEM 07 (Kyselost vína), CHEM 05 (Kyselé deště), BIO 06 (Krevní tlak), BIO 04 (Klíčení), BIO 01 (Kvasnice a kvašení) a BIO 05 (EKG).

Tabulka 20: Srovnání jednotlivých aktivit s ohledem na jejich obtížnost (položka U02) - pohled učitelů

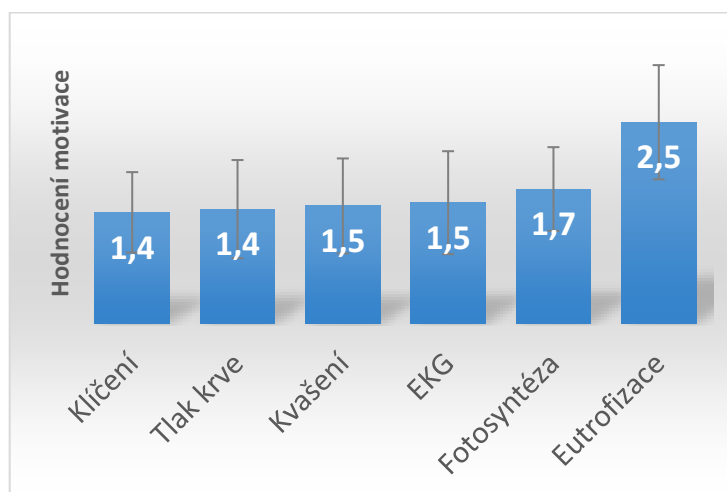
AKTIVITA	VELMI ADEKVÁTNÍ	ADEKVÁTNÍ	MÍRNĚ OBTÍŽNÁ	VELMI OBTÍŽNÁ
CHEM 01	8 %	54 %	38 %	0 %
CHEM 02	72 %	28 %	0 %	0 %
CHEM 03	0 %	100 %	0 %	0 %
CHEM 04	38 %	62 %	0 %	0 %
CHEM 05	46 %	54 %	0 %	0 %
CHEM 06	31 %	62 %	8 %	0 %
CHEM 07	60 %	40 %	0 %	0 %
CHEM 12	0 %	100 %	0 %	0 %

BIO 01	58 %	38 %	4 %	0 %
BIO 02	33 %	67 %	0 %	0 %
BIO 03	0 %	50 %	50 %	0 %
BIO 04	62 %	38 %	0 %	0 %
BIO 05	58 %	33 %	8 %	0 %
BIO 06	63 %	32 %	5 %	0 %

Všechny z uvedených aktivit jsou, s ohledem na jejich obtížnost, hodnoceny učiteli jako velmi vhodné (> 40 %) a pouze méně než 10 % učitelů je považovalo za neadekvátní (viz Tabulka 20). Na druhé straně, aktivity CHEM 01 (CO₂ v oceánech), CHEM 03 (Krásný skleník), BIO 02 (Fotosyntéza) a BIO 03 (Eutrofizace) lze z pohledu učitelů považovat za aktivity obtížnější s průměrnou známkou ležící okolo hodnoty 2 (viz Obrázek 38 a Obrázek 39), přičemž většina učitelů tyto aktivity i tak hodnotila jako adekvátní nebo mírně obtížné.



Obrázek 38: Průměrné hodnocení obtížnosti (s ohledem na znalosti žáků) vybraných aktivit z pohledu učitelů, chemicky orientované aktivity.



Obrázek 39: Průměrné hodnocení obtížnosti (s ohledem na znalosti žáků) jednotlivých aktivit z pohledu učitelů, biologicky orientované aktivity

Tabulka 21: Porovnání hodnocení aktivit učitelů z pohledu délky trvání aktivity (položka U03)

AKTIVITA	OPTIMÁLNÍ	PŘIJATELNÁ	DLOUHÁ	PŘÍLIŠ DLOUHÁ
CHEM 01	23 %	69 %	8 %	0 %
CHEM 02	60 %	32 %	8 %	0 %
CHEM 03	50 %	33 %	17 %	0 %
CHEM 04	15 %	69 %	15 %	0 %
CHEM 05	38 %	38 %	15 %	8 %
CHEM 06	23 %	62 %	15 %	0 %
CHEM 07	80 %	20 %	0 %	0 %
CHEM 12	0 %	100 %	0 %	0 %
BIO 01	58 %	42 %	0 %	0 %
BIO 02	33 %	33 %	33 %	0 %
BIO 03	0 %	100 %	0 %	0 %
BIO 04	62 %	29 %	10 %	0 %
BIO 05	67 %	33 %	0 %	0 %
BIO 06	47 %	47 %	0 %	5 %

I délka trvání aktivity byla většinou učitelů hodnocena jako zcela adekvátní (viz Tabulka 21). Jedinou aktivitou, kterou učitelé považují za zbytečně dlouho trvající je biologicky zaměřená úloha BIO 02 (Fotosyntéza; 33% hodnocení učitelů považovalo aktivitu za časově náročnou). Na druhé straně, pouze aktivity CHEM 02, CHEM 07, BIO 01, BIO 04 a BIO 05 byly hodnoceny nadpoloviční většinou učitelů jako aktivity o naprosto optimální délce a aktivity CHEM 01, CHEM 03, CHEM 04, CHEM 05, CHEM 06 a BIO 03 se pohybovaly na rozhraní přijatelné délky a dlouhé aktivity. To naznačuje, že laboratorní cvičení se ŠMS, v případě realizovaných úloh, v řadě situací neponechává žádnou časovou rezervu na řešení případných obtíží, např. ve formě technických problémů. Cvičení s uvedenými úlohami tak musí být dobře připraveno a zorganizováno, má-li proběhnout v potřebném časovém rozmezí.

Analýza odpovědí učitelů na položku U04 ukazuje, že všechny testované biologické aktivity (BIO 01–06) a některé chemické aktivity (CHEM 02, CHEM 05 a CHEM 07) velmi dobře odpovídají potřebám učitelů z pohledu jejich kurikula, a to v obou sledovaných zemích. Ostatní aktivity lze také v rámci vzdělávacích programů či plánů participujících učitelů využít, ale hodnocení učitelů z uvedeného pohledu vyjadřuje určité výhrady (viz Tabulka 22).

Tabulka 22: Porovnání jednotlivých aktivit s ohledem na možnost využití ve výuce učitelů participujících na šetření (vhodnost úloh s ohledem na jejich kurikulum, např. ŠVP či RVP)

AKTIVITA	VELMI ADEKVÁTNÍ	ADEKVÁTNÍ	POUZE MALÁ ČÁST	ZCELA NEVYHOVUJÍCÍ
CHEM 01	15 %	69 %	15 %	0 %
CHEM 02	63 %	38 %	0 %	0 %
CHEM 03	0 %	83 %	17 %	0 %
CHEM 04	8 %	85 %	8 %	0 %
CHEM 05	46 %	54 %	0 %	0 %
CHEM 06	8 %	54 %	38 %	0 %
CHEM 07	40 %	60 %	0 %	0 %
CHEM 12	34 %	33 %	33 %	0 %
BIO 01	58 %	38 %	4 %	0 %
BIO 02	60 %	40 %	0 %	0 %
BIO 03	50 %	50 %	0 %	0 %
BIO 04	57 %	43 %	0 %	0 %
BIO 05	58 %	38 %	4 %	0 %
BIO 06	58 %	42 %	0 %	0 %

V případě aktivit CHEM 06 (Čistící prostředek) a CHEM 12 (redoxní titrace) se vysoké procento učitelů (více než 30 %) vyjádřilo tak, že pouze menší části uvedených aktivit jsou schopni využít v rámci své výuky, popř. je mohou využít v rámci výuky pouze s určitými skupinami žáků (např. v chemickém semináři, kroužku či v rámci neformálních aktivit).

Dalšími položkami v testování aktivit byly: (U05 – Úkoly stanovené aktivitou jsou dobře stanoveny (koncipovány); U06 – Instrukce pro žáky jsou jasné a mají správnou a logickou strukturu).

Většina učitelů účastnících se šetření konstatovala, že cíle (úkoly) aktivity jsou dobře koncipovány (průměrná známka z hodnocení činila 1,3 na 4 bodové škále a 99 % participujících učitelů volilo známku 1 nebo 2). Dále se učitelé vyjádřili, že úlohy mají jasnou a logickou strukturu (1,5; cca 95 %). Opět nebyl vysledován signifikantní rozdíl mezi českými a slovenskými učiteli (U05: $U = 4\,949,500$; $z = 1,221$; $p = \mathbf{0,222}$; $MR_{\check{R}} = 93,62$, $MR_{SR} = 102,24$; U06: $U = 4\,438,000$; $z = -0,332$; $p = \mathbf{0,740}$; $MR_{\check{R}} = 100,53$, $MR_{SR} = 98,08$), nicméně, statisticky významný rozdíl v hodnocení učitelů byl nalezen mezi jednotlivými aktivitami (U05: $\chi^2(13) = 40,798$; $p = \mathbf{0,001}$; $\eta^2 = 0,15$; U06: $\chi^2(13) = 38,895$; $p = \mathbf{0,002}$;

$\eta^2 = 0,14$). Jako velmi dobře koncipované, z pohledu učitelů, se ukázaly být aktivity CHEM 02 (Antacida), CHEM 07 (Kyselost vína), CHEM 03 (Krásný skleník), CHEM 04 (Domácí hasicí přístroj), BIO 01 (Kvasnice a kvašení), BIO 04 (Klíčení), BIO 05 (EKG) a BIO 06 (Krevní tlak), neboť většina učitelů (> 50 %) je hodnotila nejvyšší kladnou známkou a žádní učitelé je nehodnotili negativně tak, že by jejich zadání nebo struktura byly matoucí či nevhodné. Tak jako tak, i přes celkově pozitivní hodnocení, na „chvostu“ hodnocení v daném ohledu skončily aktivity CHEM 06 (Čistící prostředek) a BIO 02 (Fotosyntéza), kde se malá, ale přece jen určitá frakce učitelů (cca 5 %) vyjádřila, že koncepce aktivit je nevyhovující a/popř. tyto aktivity měly vysoké procento hodnocení odpovídající hodnocení „dobrý“. (známka 2 na 4-bodové škále; např. také BIO 02 – více než 80 %). Aktivitami s jasnou a logickou strukturou jsou, podle participujících učitelů, zejména CHEM 02, CHEM 05 (Kyselé deště), CHEM 07 a BIO 04, BIO 05 a BIO 06. Všechny tyto aktivity byly hodnoceny většinou učitelů nejvyšším stupněm. Oproti tomu, aktivity CHEM 01 (CO₂ v oceánech), CHEM 06 (Čistící prostředek) a BIO 02 (Fotosyntéza) by si dle názoru učitelů ještě zasloužily pozornost a učitelé považují za žádoucí instrukce (a částečně koncepci) v aktivitě ještě vylepšit. V těchto případech učitelé ve více než 10 % případů vyhodnotili instrukce v těchto aktivitách jako nepřiliš jasné (Tabulka 23).

Tabulka 23: Porovnání jednotlivých aktivit z hlediska srozumitelnosti instrukcí a existence logické struktury - názory učitelů (položka U06)

AKTIVITA	NAPROSTO SROZUMITELNÉ	SROZUMITELNÉ	NEPŘÍLIŠ SROZUMITELNÉ	NESROZUMITELNÉ AŽ MATOUCÍ
CHEM 01	23 %	62 %	15 %	0 %
CHEM 02	80 %	20 %	0 %	0 %
CHEM 03	50 %	50 %	0 %	0 %
CHEM 04	46 %	54 %	0 %	0 %
CHEM 05	62 %	31 %	8 %	0 %
CHEM 06	31 %	54 %	15 %	0 %
CHEM 07	80 %	20 %	0 %	0 %
CHEM 12	0 %	100 %	0 %	0 %
BIO 01	42 %	50 %	8 %	0 %
BIO 02	17 %	50 %	33 %	0 %
BIO 03	0 %	100 %	0 %	0 %
BIO 04	67 %	33 %	0 %	0 %
BIO 05	67 %	29 %	4 %	0 %
BIO 06	74 %	26 %	0 %	0 %

Pokud porovnáme názory žáků a učitelů, zjistíme, že z uvedeného hlediska hodnotily obě skupiny aktivity velmi podobně, s průměrnou známkou 1,5 (učitelé) a 1,6 (žáci). Na základě výše uvedené evaluace aktivit (položky U01 až U06) je možné jednotlivé aktivity rozdělit do 3 skupin: (1. skupina) jednodušší aktivity adekvátní délky, dobře reprodukovatelné a vhodné, lze říci, že pro začátečníky v používání ŠMS i BOV. (2. skupina) Dobře hodnocené aktivity, ale časově i/nebo technicky náročnější. Tyto aktivity jsou stále vhodné pro „běžnou“ výuku, nicméně, s důrazem na dobrou přípravu, organizaci a vedení praktika, např. zkušenějším učitelem. (3. skupina) Aktivity s delší dobou trvání a náročnější na teoretické pozadí, obtížnější na provedení, aktivity „otevřenější“ z hlediska badatelsky orientované výuky. Tyto úlohy lze doporučit spíše žákům se zájmem o problematiku či přírodní vědy a talentovanějším a samostatnějším žákům. Jednotlivé skupiny jsou taktéž uvedeny v tabulce 24.

Tabulka 24: Rozdělení jednotlivých aktivit do skupin na základě obtížnosti a možnosti implementace

Skupina	Popis	Aktivity
1	Jednoduché aktivity s optimální délkou trvání, poskytující dobře reprodukovatelné výsledky, zvláště vhodné pro začátečníky (jak v práci se školními měřicími systémy, tak v realizaci badatelsky orientovaných úloh)	CHEM 02, CHEM 05, CHEM 07, BIO 04, BIO 05, BIO 06
2	Dobře hodnocené aktivity, ale mírně teoreticky i technicky náročnější, s možnou vyšší délkou trvání. V případě realizace aktivit je nezbytné klást důraz na dobrou přípravu, organizaci a vedení laboratorního cvičení, aktivity je žádoucí si předem vyzkoušet.	CHEM 03, CHEM 04, CHEM 06, CHEM 12
3	Aktivity náročnější po teoretické nebo technické stránce, „otevřenější“ s ohledem na badatelskou orientaci aktivit, s delší dobou realizace. Aktivity lze doporučit spíše pro chemický seminář nebo kroužek, talentovanějším a přírodovědně zaměřeným žákům. Úlohy vyžadují vyšší samostatnost žáka při jejich řešení.	CHEM 01, BIO 02, BIO 03

Hodnocení práce se školními měřicími systémy (U07, U08, U09)

V centru pozornosti hodnocení v této části práce byly následující položky sledující práci se ŠMS: (U07) Pro žáky bylo snadné pracovat se školním měřicím systémem; (U08) Žáci potřebovali pomoc učitele pro pochopení principu a cílů aktivity a (U09) Žáci potřebovali pomoc učitele pro návrh a realizaci experimentů (se ŠMS) v této aktivitě.

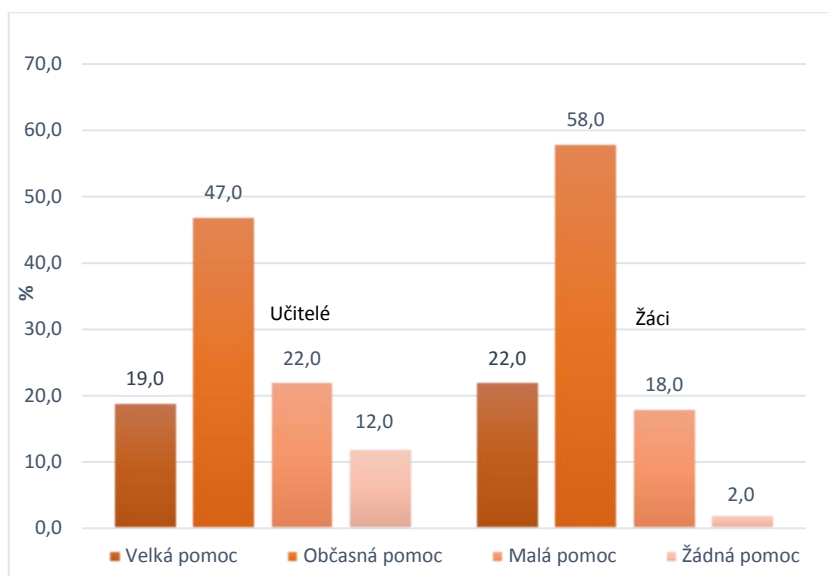
Hodnocení práce se školním měřicím systémem ze strany učitelů také poskytlo víceméně velmi pozitivní výsledky, přičemž se potvrdilo, že školní měřicí systémy (alespoň ty nejrozšířenější v ČR) jsou koncipovány tak, že práce s nimi není vyloženě náročná či uživatelsky nepříjemná. Hardware, a zvláště software jsou v zásadě, až na drobnosti, koncipovány tak, že jejich užívání nečiní problém ani méně zkušeným žákům a učitelům a zvládnutí práce s hardwarem i softwarem s ohledem na realizaci většiny aktivit není záležitostí dlouhé doby (1–2 cvičení, dle úrovně max. 2 až 8 hodin), což velmi dobře odpovídá i zjištěním v kapitole „Analýza dotazů žáků kladených při práci se školními měřicími systémy“ a dalších. Základní práci se ŠMS velmi dobře zvládne i bez jakéhokoliv školení a větší přípravy i průměrně počítačově gramotný člověk, i když při zájmu o hlubší zvládnutí práce se ŠMS jsou školení či instruktáž určité doporučeny. Analýza výsledků položek U07 až U09, která se zabývá zejména pohledem učitelů na práci žáků se ŠMS ukazuje, že většina učitelů (97 %) se domnívá, že pro žáky bylo/je snadné pracovat se ŠMS. V tomto ohledu, nezaznamenali jsme signifikantní rozdíly mezi českými a slovenskými učiteli v jejich názoru: ($U = 4\,627,500$; $z = 0,601$; $p = \mathbf{0,548}$; $MR_{\text{ČR}} = 95,23$, $MR_{\text{SR}} = 99,62$). Příjemným zjištěním je, že hodnocení učitelů velmi dobře odpovídá také hodnocení žáků, kdy obě skupiny hodnotily jednoduchost práce se ŠMS stejnou známkou 1,6.

I přes to, že práce se ŠMS je pro žáky, jak z jejich pohledu, tak z pohledu učitele, zajímavá a motivující, hodnocení v rámci položek U08 a U09 odhalilo, že oproti „běžnému“ experimentu je přece jen laboratorní cvičení s využitím ŠMS náročnější a žáci vyžadují během cvičení poměrně dost pomoci od učitele či lektora. V obou položkách (U08 i U09), čeští učitelé reportují obdobné množství pomoci poskytnuté žákům jako jejich kolegové ze Slovenska (U08: $U = 4\,855,000$; $z = 1,252$; $p = \mathbf{0,210}$; $MR_{\text{ČR}} = 92,07$, $MR_{\text{SR}} = 101,47$; $U = 4\,444,000$; $z = 0,050$; $p = \mathbf{0,960}$; $MR_{\text{ČR}} = 97,78$, $MR_{\text{SR}} = 98,13$). Celkově učitelé uvedli, že nějakou formu pomoci týkající se práce se ŠMS poskytl žákům v 99 % případů (aktivit), což samozřejmě není nijak překvapivé, ale naznačuje to, že ani velmi snadné aktivity nedokážou žáci realizovat bez nějaké pomoci navíc oproti laboratornímu cvičení bez ŠMS (týkající se tedy pomoci při práci ŠMS). To samozřejmě naznačuje, že realizace takového cvičení, byť motivujícího a sebezajímavějšího, vyžaduje dobře připraveného pedagoga, který dokáže případné problémy, které se během cvičení objeví, řešit. A dále, samozřejmě tento výsledek naznačuje, že využití školních měřicích systémů učiteli jednoduše v žádném případě ulehčení jeho práce nepřinese. Bližší analýza výsledků naznačuje, že zhruba 20 % této pomoci spadá do kategorie pomoci zásadní a nezbytné, tedy řešení obtíží, s nimiž si

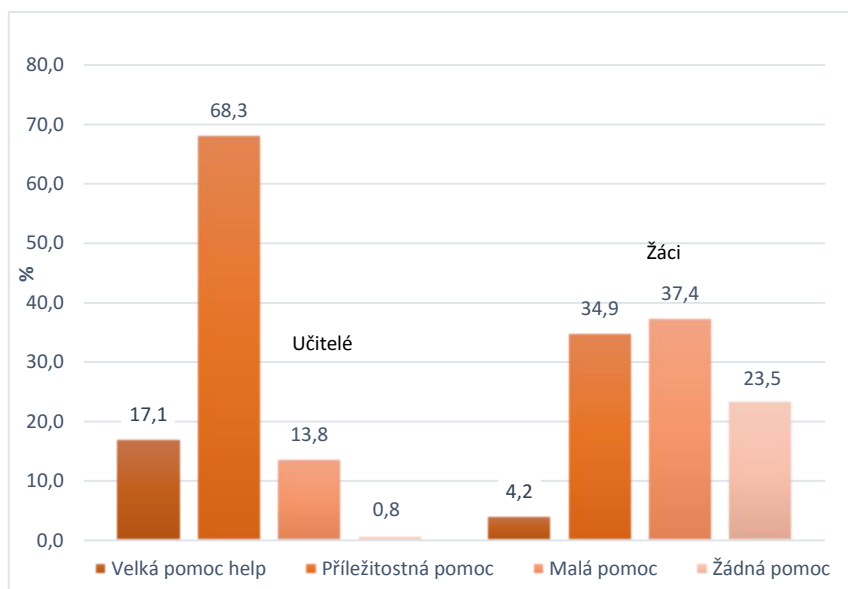
nejspíše sami žáci neporadí a bez níž by dokončení úlohy a splnění jejích úkolů nebylo možné). Přece jen větší porce, zhruba 60 %, patří mezi pomoc příležitostnou, při řešení drobnějších obtíží, kdy bez pomoci by žáci povětšinou dokázali úlohu vyřešit, ale pomoc učitele jejich práci zefektivní. Opravdu drobnou pomoc (řešení lze nalézt v rámci 1-2 minut), v rozsahu jednou až dvakrát za cvičení, hlásilo cca 18 % učitelů a pouze 2 % učitelů zmínilo, že v rámci kurzu se ŠMS nebylo třeba jejich žákům poskytnout žádnou pomoc. Odpovědi učitelů v rozhovorech, jejich komentáře získané v rámci dotazníků (přičemž se sluší říci, že učitelé byli oproti žákům v tomto ohledu podstatně sdílnější, a to i přesto, že jejich dotazník byl téměř dvojnásobně delší) a i vlastní zkušenost získaná při realizaci cvičení naznačuje, že většina poskytnuté pomoci (okolo 55 %) souvisí s využitím a s prací se školními měřicími systémy (jejich nastavení, související technické problémy, problémy s hardwarem a softwarem, například propojení čidel s PC, tabletem, nastavení os atd., ovládání systému, ...). Menší část pomoci se vázala k ostatním problémům (příprava roztoků, používání nádobí a vybavení, např. práce s automatickou pipetou, práce s byretou, teorie experimentu a vůbec teoretické problémy atd.). Tedy, i přesto, že pomoc poskytnutá žákům je ve své většině příležitostná anebo „běžná“, i tak je množství pomoci poskytnuté v souvislosti s prací se školními měřicími systémy poměrně velké a ve srovnání s „běžným“ praktikem minimálně zhruba dvojnásobné. To lze samozřejmě považovat za velký problém implementace školních měřicích systémů do výuky, jelikož jejich implementace zjevně poměrně zatěžuje učitele, ať s ohledem na jeho odborné nebo technické znalosti nebo na přípravu a organizaci kurzu. To jednoznačně klade důraz na adekvátní předchozí přípravu učitele, buď v rámci profesní přípravy, nebo v rámci dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků.

Pokud porovnáme potřebu pomoci (tedy stále položka U09) reportovanou žáky a učiteli, v případě České republiky se dostáváme k relativně podobným číslům (Obrázek 40). Konkrétně, zhruba 20 % žáků a učitelů reportovalo poskytnutí zásadní pomoci, zhruba 50 % poskytnutí příležitostné občasné pomoci, asi 20 % poskytnutí drobné pomoci a asi cca 5 až 10 % nahlásilo, že během realizace praktika žádné pomoci nebylo třeba. Oproti tomu, údaje ze Slovenska jsou již odlišné (i když nikoliv vyloženě jiné, viz Obrázek 41). Zdá se, i v porovnání s českými daty, že slovenští žáci poněkud podhodnocují míru poskytnuté pomoci učitelem. Příčinou může být vysoká míra motivace slovenských žáků (viz kapitola „Hodnocení aktivit – položky P01, P02, P03“ a (Skoršepa, 2015), což mohlo vést k menším obavám a zejména nižší míře frustrace při realizaci cvičení, což vedlo k podhodnocení míry pomoci, která jim byla poskytnuta (jinými slovy: „Víra i hory přenáší“). I přes uvedenou

spekulaci, za všech okolností, i míra pomoci poskytnutá slovenským žákům je značná a zjevně i na Slovensku platí již řečené, tedy že kvalitní příprava učitelů, kvalitní příprava samotného laboratorního cvičení a kvalitní organizace a vedení cvičení s využitím ŠMS jsou velmi důležité.



Obrázek 40: Srovnání potřeby pomoci českým žákům z pohledu žáků a učitelů v rámci laboratorního kurzu s využitím školních měřicích systémů



Obrázek 41: Srovnání potřeby pomoci slovenským žákům z pohledu žáků a učitelů v rámci laboratorního kurzu při práci se školními měřicími systémy

Do značné míry lze zjištění z předchozích odstavců podpořit výsledky analýzy další otázky z dotazníku následujícího znění: „Co je pro vás ve výuce s využitím školních měřicích systému nejvíce stresující?“. Učitelé se v otázce vyjadřovali formou otevřené

odpovědi/komentáře a mohli uvést i více odpovědí. I když ne všichni učitelé reagovali na tento dotaz zmíněním konkrétního problému, dávající najevo, že práce se školními měřicími systémy nepovažují z žádného pohledu za stresující (43 %), a někteří i nepochybně proto, že jim dotazník připadal dlouhý, přesto řada učitelů svůj názor vyjádřila. Analýza jejich odpovědí ukázala, že obavy učitelů se velmi často týkají technických aspektů práce se ŠMS a nedostatku zkušeností s prací se školními měřicími systémy. Většinou šlo o následující sdělení typu: „Nejsem si jist, že školní měřicí systém umím dobře používat!“, „Obávám se selhání hardwaru nebo softwaru a nevím, co pak budu dělat, když selžou“ apod. Takových odpovědí bylo nalezeno zhruba 46 %). Další obavy se týkaly metodologie práce a organizačních aspektů (30 %), např.: „Nejsem schopen obsloužit všechna stanoviště se ŠMS!“ či „Obávám se, že některá naměřená data bych nebyl schopen interpretovat. Ztratím pak před žáky autoritu.“ Taktéž byl nezřídka zmiňován nedostatek vhodných experimentů a výukových materiálů a neschopnost si ty stávající převést do vyhovující podoby vzhledem ke svým výukovým cílům (cca 23 %). Tyto výsledky opět naznačují, že implementace problematiky výuky s využitím školních měřicích systémů do profesní přípravy budoucích učitelů chemie a přírodovědných oborů a do kurzů dalšího vzdělávání stávajících učitelů chemie je velmi žádoucí a potřebná.

Celkově lze říci, že navržené aktivity byly, stejně jako žáky, pozitivně hodnoceny i učiteli, a to z několika hledisek (délka trvání, zařaditelnost s ohledem na vlastní ŠVP, srozumitelnost a obtížnost pro žáky atd.). Stejně tak, učitelé nevnímají, že by využití ŠMS ve výuce mělo být pro žáky extrémně náročné. Na základě hodnocení byly aktivity rozděleny do 3. skupin (Tabulka 24). I přes pozitivní hodnocení jak aktivit, tak práce se ŠMS, a motivačního potenciálu, který skýtají, laboratorní cvičení s využitím ŠMS se jeví být náročnější než „běžné“ laboratorní cvičení bez nich. Stále existují překážky, byť mnohdy jen psychologické, a zejména na straně učitelů, které brání hlubšímu využití ŠMS ve výuce. Obavy, které učitelé nejčastěji zmiňovali, se týkaly zvláště technického, ale i osobního selhání při práci s nimi a případné ztráty autority či odborného kreditu. Zmiňován byl i nedostatek vhodných výukových materiálů a také schopností k jejich případné úpravě tak, aby vyhovovaly cílům a prostředkům učitele a jeho žákům. Navrženou cestou k řešení situace je další profesionální rozvoj stávajících učitelů a úprava studijních plánů učitelů budoucích tak, aby se se školními měřicími systémy v jejich rámci počítalo.

Závěr

Využití školních měřicích systémů ve výuce přináší řadu výhod a ukazuje se být velmi dobrou alternativou k tradičnějším způsobům experimentování v přírodních vědách. S ohledem na výhody, zejména se jedná o reflexi vědecké reality, ale i běžného života, kde se používání senzorů a různé instrumentace a zpracování dat prostřednictvím počítače stávají stále běžnější praxí a je velmi žádoucí, když žák umí s čidly jak pracovat, tak zpracovávat data, která z nich získává. Prostřednictvím ŠMS lze studovat a díky větší názornosti pochopit i podstatu jevů, jejichž pochopení může být jinak obtížné. Možné je také sledovat a studovat jevy, které jinak pozorovat nelze. Veškeré zmíněné výhody navíc podporují zjištění této práce, která naznačuje, že žáci implementaci školních měřicích systémů ve své většině podporují a vítají a práce s nimi, při správné a didakticky odůvodněné implementaci, se jim líbí a je pro ně motivující, přičemž ve srovnání s tradičním experimentem se nezdá, že by žáci přistupovali ke školním měřicím systémům negativněji. Žáci také velmi dobře zvládají práci se školním měřicím systémem a rozhodně ji nepovažují za překážku v jeho používání. Rovněž se osvědčila implementace motivujících prvků při realizaci aktivit, implementace prvků badatelsky orientované výuky je diskutabilní z hlediska motivace, nicméně s ohledem na rozvoj více kompetencí žáků najednou o ní není pochyb a je na učiteli, zda se rozhodne tohoto potenciálu využít či nikoliv. Ukázalo se, že z věcného pohledu není u žáků velký rozdíl mezi pohlavími, a i když jde o oblast, kde by se mohla projevit preference chlapců k technice, výpočetní technice a práci s ní, děvčata projevují motivaci srovnatelnou s chlapci. Daleko významnějším faktorem v motivaci pro práci se školními měřicími systémy se tak ukázal být vliv školy, který ale zahrnuje více dalších faktorů, z nichž lze poukázat na vliv učitele, který se projevoval v hodnocení vnějších motivačních orientací. Provedený výzkum také identifikoval dílčí problémy, které práce se ŠMS přináší. Bylo prokázáno, že z pohledu motivace žáka je žádoucí, aby práce se systémem byla intuitivní a byla komplikována co nejmenším množstvím technických obtíží. To je signálem např. pro vývojáře softwaru k ovládání a práci se školními měřicími systémy, kdy se ukazuje, že každý prvek, který komplikuje realizaci měření, vede ke zhoršení postoje žáka k technologii. Z didaktického pohledu je to samozřejmě nežádoucí také, neboť žák by se měl primárně věnovat sledování daného jevu, a nikoliv řešení technických problémů nesouvisejících s měřením či funkcí čidla. Rozhodně pozitivním zjištěním je, že žáci jsou ke studiu přírodních věd motivováni, realizovaná činnost práce se školními měřicími systémy ve svém

důsledku nevedla k jejich demotivaci, spíše naopak, což je v daném ohledu příslibem pro budoucnost přírodovědného vzdělávání.

Jako zásadní překážka implementace školních měřicích systémů do výuky se často uvádí jejich finanční náročnost. Výsledky prezentované v práci, stejně jako osobní zkušenosti autora, ale naznačují, že velkou překážkou jsou také oprávněné obavy učitelů. Práce se školními měřicími systémy totiž zahrnuje řadu aspektů, technických, odborných, didaktických i psychologických, které mohou jejich implementaci značně komplikovat, např. ve formě technických selhání systému, nedostatečných znalostí žáků potřebných k realizaci úlohy či prostých obav ze selhání při práci s „komplikovanou technikou“ a ztráty autority. I když většina obav učitelů se ukazuje při reálném použití školních měřicích systémů být lichými a učitelé shledávají, že školní měřicí systémy mohou být efektivním a názorným pomocníkem v jejich výuce, i tak se ukazuje, že musí být na realizaci cvičení s jejich využitím velmi dobře připraveni. Řečené víceméně potvrzuje značné množství pomoci žákům, které je potřeba v souvislosti práce se školními měřicími systémy poskytnout a učitel musí být připraven jak po technické, tak teoretické, didaktické i organizační stránce. Je tak zřejmé, že aby se mohly školní měřicí systémy stát běžnou součástí školní výuky, je potřeba kvalitního a soustavného vzdělávání učitelů, jak budoucích, tak současných, v dané oblasti, neboť učitel by měl ve své výuce reflektovat současnost a současné potřeby moderní společnosti, pro níž žáky připravuje, a nikoliv setrvávat v minulosti doby své původní profesní přípravy. Výsledky a materiály představené v této práci mohou být dobrým podkladem pro již zmíněné další vzdělávání učitelů. Autor práce se svými spolupracovníky již využívá zkušenosti a podklady zpracované v rámci této práce při realizaci kurzů dalšího vzdělávání pedagogických pracovníků a v školeních zaměřených na využívání školních měřicích systémů v praxi. Dále byla v reakci na v práci uvedená zjištění implementována výuka s využitím školních měřicích systémů do kurikula budoucích učitelů chemie vzdělávaných v oborech zaměřených na učitelství chemie, a to jak do povinných, tak také nepovinných předmětů.

Přínosem práce jsou v tomto směru také vytvořené a výzkumem podložené aktivity podporující práci se školními měřicími systémy, po nichž učitelé také volají, a kterých je stále nedostatek. V rámci projektu COMBLAB bylo připraveno 40 úloh v české a anglické verzi, z toho 18 zaměřených na chemii, 13 na biologii a 9 na fyziku. Autor práce se významně podílel na vzniku třinácti úloh, další úlohy byly ověřeny a modifikovány s ohledem na potřeby realizace na školách v ČR. Značná část úloh obsahovala i metodiku

provedení, tipy a triky, předpokládané výsledky či doplňující teorii. Testování aktivit prostřednictvím sledování motivace a přímých odpovědí a názorů na realizované aktivity ukázalo, že žáci i učitelé je vnímají velmi pozitivně a považují je za dobře aplikovatelné ve výuce přírodních věd na středních školách, přičemž testování bylo na Přírodovědecké fakultě podrobeno celkem 18 úloh. Testování úloh také poukázalo na některé nedostatky, které byly v rámci revize úloh odstraněny. S ohledem na jejich obtížnost a časovou náročnost byly tyto úlohy rozděleny do několika kategorií, přičemž toto rozdělení by mělo pomoci učitelům v jejich aplikaci do výuky.

Zajímavostí je zjištění, že žáci na Slovensku reagovali na implementaci aktivit i práci se školními měřicími systémy signifikantně pozitivněji než žáci v ČR, zatímco učitelé v obou zemích reagovali velmi obdobně. I přes poměrně velké množství žáků, kteří se šetření zúčastnili, jejich výběr byl z řady důvodů dán dostupností, nikoliv reprezentativností. Z tohoto důvodu je přesná interpretace zjištění stále otázkou dalšího výzkumu, avšak jistou implikací může být, že slovenský učitel bude mít v případě implementace školních měřicích systémů do výuky snazší roli. Nicméně, vzhledem k tomu, jak práce naznačuje, že klíčovým prvkem při implementaci školních měřicích systémů je učitel, i pro Slovensko je zřejmá nutnost jejich kontinuální metodické a didaktické podpory.

Tak jako tak, v implementaci školních měřicích systémů do výuky přírodovědných předmětů v ČR nás čeká ještě dlouhá cesta. Osobně se domnívám, že pokrok v implementaci uvedené tematiky je zřejmý a dobrou zprávou je, že z pohledu žáků implementaci školních měřicích systémů nic nebrání, ba právě naopak. Klíčovým prvkem je ovšem učitel a jeho kontinuální podpora po technické, ale naprosto nezbytně také metodologické a didaktické stránce. Je tedy třeba mu nejen dodat technologii, ale také podporovat využívání školních měřicích systémů a odstraňovat příčiny a překážky, které implementaci brání, z nichž některé byly identifikovány v rámci této práce. Tato práce snad tak přispěla jako drobný příspěvek v mozaice implementace školních měřicích systémů v podmínkách českých škol a doufejme, že se v budoucnu stanou tyto systémy ve školách nejen jejich běžným vybavením, ale i vybavením smysluplně používaným tak, aby rozvíjely kompetence žáků v přírodovědných předmětech, jak si doba a společnost žádají.

Literatura

- Aksela, M. (2005). Supporting meaningful chemistry learning and higher-order thinking through computer-assisted inquiry: A design research approach (Disertační práce). University of Helsinki, Helsinki.
- Aksela, M. (2011). Engaging students for meaningful chemistry learning through Microcomputer-based Laboratory (MBL) inquiry. *Educació Química EduQ*, 2011(9), 30–37.
- Al-Alwan, A. F. (2008). Self-regulated learning in high and low achieving students at Al- Hussein Bin Talal University (AHU) in Jordan. *International Journal of Applied Educational Studies*, 1(1), 1–13.
- Amabile, T. M. (1993). Motivational synergy: Toward new conceptualizations of intrinsic and extrinsic motivation in the workplace. *Human Resource Management Review*, 3(3), 185–201. [https://doi.org/10.1016/1053-4822\(93\)90012-S](https://doi.org/10.1016/1053-4822(93)90012-S)
- Amare, N. (2006). To Slideware or Not to Slideware: Students' Experiences with Powerpoint Vs. Lecture. *Journal of Technical Writing and Communication*, 36(3), 297–308. <https://doi.org/10.2190/03GX-F1HW-VW5M-7DAR>
- Anděl, J. (1978). *Matematická statistika*. Získáno z <https://muj-antikvariat.cz/kniha/matematicka-statistika-andel-jiri-1978>
- Atar, H. I. (2002). Chemistry students' challenges in using MBL's in science laboratories. *Proceedings of Association for the Education of Teachers in Science*, 2002. Charlotte: Association for the Education of Teachers in Science.
- Bandura, A. (1994). Self-efficacy. In V. S. Ramachaudran (Ed.), *Encyclopedia of human behavior* (s. 71–81). Získáno z <https://www.uky.edu/~eushe2/Bandura/BanEncy.html>
- Bandura, A. (1995). Exercise of personal and collective efficacy in changing societies. In A. Bandura (Ed.), *Self-efficacy in changing societies* (Roč. 1995, s. 1–45). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46, 26–29.
- Barise, A. (1998). The effectiveness of case-based instruction vs. the lecture-discussion method in multicultural social work (Dizertační práce). McGill University, Montreal.
- Barnea, N., Dori, Y., & Hofstein, A. (2010). Development and implementation of inquiry-based and computerized-based laboratories: Reforming high school chemistry in Israel. *Chemistry Education Research and Practice*, 11(3), 218–228. <https://doi.org/10.1039/C005471M>
- Barton, R. (1997a). Does data logging change the nature of children's thinking in experimental work in science? In *Using IT Effectively in Teaching and Learning*. Studies in Pre-service and In-service Teacher Education (Roč. 1997, s. 63–72). <https://doi.org/10.4324/9780203645345-14>
- Barton, R. (1997b). How Do Computers Affect Graphical Interpretation? *School Science Review*, 79(287), 55–60.
- Bartsch, R. A., & Cobern, K. M. (2003). Effectiveness of PowerPoint presentations in lectures. *Computers & Education*, 41, 77–86.
- Bates, J. B. (1978). Fourier transform spectroscopy. *Computers & Mathematics with Applications*, 4(2), 73–84. [https://doi.org/10.1016/0898-1221\(78\)90020-2](https://doi.org/10.1016/0898-1221(78)90020-2)
- Bedrnová, E., Nový, I., & kolektiv. (2002). *Psychologie a sociologie řízení* (2. vyd.). Praha: Management Press.
- Beneš, P. (1987). Struktura školního experimentu. *Pedagogika: časopis pro pedagogickou theorii a praxi*, 1987(2), 153–161.
- Bernhard, J. (2003). Physics Learning and Microcomputer Based Laboratory (MBL) Learning Effects of Using MBL as a Technological and as a Cognitive Tool. In D. Psillos, P. Kariotoglou, V. Tselves, E. Hatzikraniotis, G. Fassouloupoulos, & M. Kallery (Ed.), *Science Education Research in the Knowledge-Based Society* (s. 323–331). https://doi.org/10.1007/978-94-017-0165-5_34
- Bílek, M. (1992). Chemický experiment a mikropočítač. *Mezinárodní seminář o vyučování chemii - sborník přednášek II.*, 33–35. Hradec Králové: Hradec Králové: VŠP.

- Bílek, M. (1993). Školní experiment a mikropočítač. MEDACTA 93 - sborník mezinárodního sympózia č. 5. Prezentováno v MEDACTA 93, Nitra.
- Bílek, M. (1997). Výuka chemie s počítačem: chemický didaktický software, testy a testování s počítačovou podporou, počítač a školní chemický experiment (1. vyd.). Hradec Králové: Gaudeamus.
- Bílek, M. (2015). Moderní přístupy k výuce chemie. Získáno z <https://digifolio.rvp.cz/artefact/file/download.php?file=73566&view=11605>
- Bílek, M., & Turčáni, M. (2006). Vzdálené a virtuální laboratoře ve výuce a v přípravě učitelů přírodovědných předmětů. *Pedagogika: časopis pro pedagogickou theorii a praxi*, 56(4), 361–372.
- Blahuš, P. (2000). Statistická významnost proti vědecké průkaznosti výsledků výzkumu. *Česká kinantropologie*, 4(2), 53–72.
- Bonne, H. N. Jr., & Boone, D. A. (2012). Analyzing Likert Data. *Journal of Extension*, 50(2). Získáno z <https://www.joe.org/joe/2012april/tt2.php>
- Brasell, H. (1987). The effect of real-time laboratory graphing on learning graphic representations of distance and velocity. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 385–395. <https://doi.org/10.1002/tea.3660240409>
- Burke, L. A., & James, K. E. (2008). PowerPoint-Based Lectures in Business Education: An Empirical Investigation of Student-Perceived Novelty and Effectiveness. *Business Communication Quarterly*, 71(3), 277–296. <https://doi.org/10.1177/1080569908317151>
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., Van Scotter, P., Powell, J. C., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). The BSCS 5E instructional model: Origins and effectiveness. Colorado Springs, Co: BSCS, 5, 88–98.
- Campbell, M. M. (2001). Motivational strategies, learning strategies and the academic performance of African-American students in a college business environment: A correlation study. *Dissertation Abstracts International*, 62(2-A), 432.
- Clason, D. L., & Dormody, T. J. (1994). Analyzing data measured by individual Likert-type items. *Journal of Agricultural Education*, 35(4), 31–35.
- Cleary, T. J., & Zimmerman, B. J. (2004). Self-regulation empowerment program: A school-based program to enhance self-regulated and self-motivated cycles of student learning. *Psychology in the Schools*, 41(5), 537–550. <https://doi.org/10.1002/pits.10177>
- Cohen, B. (2008). Explaining psychological statistics (3. vyd.). New York: John Wiley & Sons.
- Cohen, J. (1988). Statistical power analysis for the behavioral sciences. Hillsdale, N.J.: L. Erlbaum Associates.
- Cook, D. A., & Artino, A. R. (2016). Motivation to learn: an overview of contemporary theories. *Medical Education*, 50(10), 997–1014. <https://doi.org/10.1111/medu.13074>
- Corno, L., Cronbach, L. J., Kupermintz, H., Lohman, D. F., Mandinach, E. B., Porteus, A. W., & Talbert, J. E. (2002). Remaking the Concept of Aptitude: Extending the Legacy of Richard E. Snow (1 edition). Mahwah, N.J: Routledge.
- Covington, M. V. (2000). Goal Theory, Motivation, and School Achievement: An Integrative Review. *Annual Review of Psychology*, 51(1), 171–200. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.51.1.171>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16(3), 297–334. <https://doi.org/10.1007/BF02310555>
- Česká televize. (2017, září 1). Pět let od metanolové aféry. Některé likérky poškodila, Čechy naučila pít kvalitnější alkohol. Získáno 10. květen 2019, z ČT24 - Nejdůvěryhodnější zpravodajský web v ČR - Česká televize website: <https://ct24.ceskatelevize.cz/regiony/2227513-pet-let-od-metanolove-afery-nektere-likery-poskodila-cechy-naucila-pit-kvalitnejsi>
- Čížek, F. (1982). K poznání struktury a funkce didaktického systému. *Pedagogika: časopis pro pedagogickou theorii a praxi*, 32(5), 520.
- Čtrnáctová, H., Cídllová, H., Trnová, E., Bayerová, A., & Kuběňová, G. (2013). ÚROVEŇ VYBRANÝCH CHEMICKÝCH DOVEDNOSTÍ ŽÁKŮ ZÁKLADNÍCH ŠKOL A GYMNÁZIÍ. *Chem. Listy*, 107, 897–905.

- Čtrnáctová, H., & Halbych, J. (2007). *Didaktika a technika chemických pokusů - Čtrnáctová Hana - Halbych Josef | Knihkupectví* (2. vyd., Roč. 2007). Získáno z https://www.cupress.cuni.cz/ink2_ext/index.jsp?include=podrobnosti&id=183325
- Čtrnáctová, H., & Mokrejšová, O. (2013). *Tvorba metodických materiálů pro střední školy*. Praha: Conatex s.r.o.
- Čtrnáctová, H., Teplá, M., & Čtrnáctová, L. (2015). *Badatelská výuka chemie se zahrnutím záhad (Inquiry chemistry education with mysteries incorporated)*. *Didaktika chemie a její kontexty* (sborník z XXIV. Mezinárodní konference o výuce chemie), 15–21. Brno: PedF MU.
- Data logger. (2019). In Wikipedia. Získáno z https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Data_logger&oldid=894194473
- Deci, E., Koestner, R., & Ryan, R. (1999). A Meta-Analytic Review of Experiments Examining the Effect of Extrinsic Rewards on Intrinsic Motivation. *Psychological bulletin*, 125(6), 627–668; discussion 692. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.125.6.627>
- Deci, E. L., & Ryan, R. M. (2007). Intrinsic motivation inventory (IMI). Získáno z <http://selfdeterminationtheory.org/intrinsic-motivation-inventory/>
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G., & Ryan, R. M. (1991). Motivation and education: The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3–4), 325–346. https://doi.org/10.1207/s15326985ep2603&4_6
- Delamont, S., Beynon, J., & Atkinson, P. (1988). In the beginning was the Bunsen: the foundations of secondary school science. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 1(4), 315–328. <https://doi.org/10.1080/0951839880010302>
- DeVellis, R. F. (2012). *Scale development: theory and applications* (3rd ed). Thousand Oaks, Calif: SAGE.
- DiPerna, J. C., & Elliot, S. N. (2000). *Academic Competence Evaluation Scales* (Roč. 2000). San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: Pojetí, podstata, význam a přínosy* (1. vyd.). <https://doi.org/10.5507/pdf.15.24443935>
- Duda, J. L. (1992). Motivation in sport settings: A goal perspective approach. In G. C. Roberts (Ed.), *Motivation in sport and exercise* (s. 57–91). Champaign, IL (USA): Human Kinetics.
- Duncan, T. G., & McKeachie, W. J. (2005). The Making of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire. *Educational Psychologist*, 40(2), 117–128. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4002_6
- Duncan, T., Pintrich, P., Smith, D., & McKeachie, W. (2015). *Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) Manual [Work]*. <https://doi.org/10.13140/rg.2.1.2547.6968>
- Dvořáková, M. (2007). *Psychologie 1 KKI/PSFA1*. Prezentace Slideplayer prezentováno v Olomouc. Získáno z <https://slideplayer.cz/slide/2741035/>
- Dweck, C. S., & Leggett, E. L. (1988). A Social-Cognitive Approach to Motivation and Personality. *Psychological Review*, 95, 256–273. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.95.2.256>
- Eccles, J. S., & Wigfield, A. (2002). Motivational Beliefs, Values, and Goals. *Annual Review of Psychology*, 53(1), 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Edufor s. r. o. (2016). Vernier CZ - Vybavení pro výuku přírodovědných oborů. Získáno 5. květen 2019, z Vernier CZ - Vybavení pro výuku přírodovědných oborů website: <https://www.vernier.cz/uvod/rozcestnik>
- Ellermeijer, A. L., Landheer, B., & Molenaar, P. P. M. (1996). Teaching Mechanics Through Interactive Video and a Microcomputer-Based Laboratory. In R. F. Tinker (Ed.), *Microcomputer-Based Labs: Educational Research and Standards* (s. 281–290). Springer Berlin Heidelberg.
- Ellmore, D. A. Sr., Olson, S. E., & Smith, P. M. (1995). *Reinventing Schools: The Technology is Now!* Získáno z <http://www.nap.edu/catalog/9485.html>
- Espinoza, F., & Quarless, D. (2010). An Inquiry-Based Contextual Approach as the Primary Mode of Learning Science with Microcomputer-Based Laboratory Technology. *Journal of Educational Technology Systems*, 38(4), 407–426. <https://doi.org/10.2190/ET.38.4.c>

- Feltl, T., & Šmejkal, P. (2013). Web projektu COMBLAB. Získáno 5. květen 2019, z COMBLAB website: www.comblab.eu
- Ford, M. (1992). *Motivating Humans: Goals, Emotions, and Personal Agency Beliefs*. <https://doi.org/10.4135/9781483325361>
- Fourier-transform spectroscopy. (2019). In Wikipedia. Získáno z https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Fourier-transform_spectroscopy&oldid=879755695
- Free Software Foundation, Inc. (2016). GNU PSPP (Verze 0.10.1) [Windows]. Získáno z <https://www.gnu.org/software/software.html>
- Frey, B. A., & Birnbaum, D. J. (2002). Learners' Perceptions on the Value of PowerPoint in Lectures. (B. A. Frey, Ed.). Pittsburgh: The Center for Instructional Development & Distance Education University of Pittsburgh.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2–18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Gagné, F., & St Père, F. (2002). When IQ is controlled, does motivation still predict achievement? *Intelligence*, 30(1), 71–100. [https://doi.org/10.1016/S0160-2896\(01\)00068-X](https://doi.org/10.1016/S0160-2896(01)00068-X)
- Gášparík, V., & Igaz, C. (2012). Příklad využitia školského počítačového meracieho systému vo vyučovaní chémie. *Biológia, ekológia, chémia*, 17(2), 29–32.
- Gášparík, V., Prokša, M., Javorová, K., & et al. (2012). Příklad využitia meracích zariadení v školských chemických pokusoch. *Biológia, ekológia, chémia*, 16(1), 7–10.
- Gavora, P., Jůva, V., & Hlavatá, V. (2000). Úvod do pedagogického výzkumu. Brno: Paido.
- Hamne, P., & Bernhard, J. (2001). Educating pre-service teachers using hands-on and microcomputer based labs as tools for concept substitution. In R. Pinto & S. Surinach (Ed.), *Physics Teacher Education Beyond 2000* (Roč. 2001, s. 663–666). Paris: Elsevier.
- Hartl, P. (1993). *Psychologický slovník* (1. vyd.). Získáno z http://knihomol.phil.muni.cz/amo/z/page.exe?cooktest=C8E29C22E97484B202975A486CD683AB&_kat=title&_name=psychologicky-slovník-hartl-p-1993-91883
- Hayes, N., & Brejlová, D. (2003). *Aplikovaná psychologie* (1. vyd.). Praha: Portál.
- Head, J. (1982). What Can Psychology Contribute to Science Education? *School Science Review*, 63(225), 631–642.
- Heck, A., Ellermeijer, T., & Kędzierska, E. (2009). Authentic student research projects on physics and the human body. *Learning and Motivation - LEARN MOTIV*.
- Hoffman, B. (2010). "I think I can, but I'm afraid to try": The role of self-efficacy beliefs and mathematics anxiety in mathematics problem-solving efficiency. *Learning and Individual Differences - LEARN INDIVID DIFFER*, 20(3), 276–283. <https://doi.org/10.1016/j.lindif.2010.02.001>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. (1982). The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. *Review of Educational Research*, 52(2), 201–217. <https://doi.org/10.2307/1170311>
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). The laboratory in science education: Foundations for the twenty- first century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sci.10106>
- Hood, B. J. (1994). Research on Computers in Chemistry Education: Reflections and Predictions March 29, 1993. *Journal of Chemical Education*, 71(3), 196–200. <https://doi.org/10.1021/ed071p196>
- Hrabal, V., Man, F., & Pavelková, I. (1989). *Psychologické otázky motivace ve škole* (2. upravené vyd.). Praha: Státní pedagogické nakl.
- Chyung, S. Y., Moll, A. J., & Berg, S. A. (2010). The Role of Intrinsic Goal Orientation, Self-Efficacy, and E-Learning Practice in Engineering Education. *Journal of Effective Teaching*, 10(1), 22–37.
- IBM Corp. (2017). IBM SPSS Statistics for Windows (Verze 25) [Windows]. Armonk, NY: IBM Corp.
- IBM Personal Computer. (2016). In Wikipedie. Získáno z https://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=IBM_Personal_Computer&oldid=13636678

- Input/output. (2019). In Wikipedia. Získáno z <https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Input/output&oldid=887374256>
- Ista, & Parlamentní Listy. (2014). Zastaralé odpařovací indikátory tepla využívá ještě plných 20 % českých domácností. Získáno 5. květen 2019, z page-maintitle-short-default website: <http://www.parlamentnilisty.cz/zpravy/tiskovezpravy/Zastarale-odparovaci-indikatory-tepla-vyuziva-jeste-plnych-20-ceskych-domacnosti-324279>
- Jenisova, Z., & Braniša, J. (2013). Kinetika chemického děja s podporou digitálních technologií. *Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie III*, 2013, 84–88. Banská Bystrica: FPV UMB.
- Kaberman, Z., & Dori, Y. J. (2009). Question Posing, Inquiry, and Modeling Skills of Chemistry Students in the Case-Based Computerized Laboratory Environment. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 7(3), 597–625. <https://doi.org/10.1007/s10763-007-9118-3>
- Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). *Školní didaktika* (2. vyd.). Praha: Portál.
- Kaplan, A., & L. Maehr, M. (2007). The Contributions and Prospects of Goal Orientation Theory. *Educational Psychology Review*, 19, 141–184. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9012-5>
- Kekule, M., & Žák, V. (2014). Inquiry based science education and collecting evidence about its impact on students (Establish project approach). In D. Couso & L. Louca (Ed.), *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning. Part 14* (s. 11). Nicosia, Cyprus: ESERA - European Science Education Research Association.
- Kennedy, D. (2001). Datalogging: what's it all about? *Science*, 36(2), 24–31.
- Keys, W. (1987). *International studies in pupil performance: aspects of science education in English schools* (Roč. 1987). Windsor: NFER-Nelson.
- Kline, R. B. (2011). *Principles and practice of structural equation modeling* (3rd ed). New York: Guilford Press.
- Klopfer, L. E. (1990). Learning scientific enquiry in the student laboratory. In E. Hegarty-Hazel (Ed.), *The student laboratory and the science curriculum* (Roč. 1990, s. 95–118). London: Routledge.
- Kmeťová, J. (2010). *Chemické vzdelávanie v kontexte školskej reformy na Slovensku. Aktuální aspekty pregraduální přípravy a postgraduálního vzdělávání učitelů chemie*, 157–162. Ostrava: PrF OU.
- Kolmogorov, A. (1933). Sulla determinazione empirica di una legge di distribuzione. *G. Ist. Ital. Attuari.*, (4), 83–91.
- Koloros, P. (2011). *Školní pokus ve výuce chemie – minulost a současnost* (Dizertační práce). Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- Král, P., Kanderová, M., Kaščáková, A., Nedelová, G., & Bojdova, V. (2009). *Viacrozmerné štatistické metódy so zameraním na riešenie problémov ekonomickej praxe*. Banská Bystrica: Ekonomická fakulta UMB.
- Krapp, A. (1992). *Interesse, Lernen, Leistung* (M. Prenzel, Ed.). Münster: Aschendorf.
- Kričfaluši, D. (1998). Kvantitativní experiment podporovaný počítačem ve výuce chemie. *DIDCHEM. Aktuálne problémy vyučovania chémie na základných a stredných školách*, 1998, 220–223. Bratislava: Štátny pedagogický ústav.
- Kričfaluši, D. (2004). *Počítačem podporovaný experiment z chemie* (1. vyd., Roč. 2004). Ostrava: Ostravská univerzita.
- Kruskal, W. H., & Wallis, W. A. (1952). Use of Ranks in One-Criterion Variance Analysis. *Journal of the American Statistical Association*, 47(260), 583–621. <https://doi.org/10.1080/01621459.1952.10483441>
- Kubička, J. (2011). *Metody a principy měření alkoholu v těle* (Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Přírodovědecká fakulta). Získáno z <http://theses.cz/id/m0kmef/BP.pdf>
- Lam, T. (1983). Tools of the Trade: Microcomputer-Based Instrumentation: As Easy As ADC. *Hands On!*, 6(2), 18–19.
- Laws, P. W. (1991). Calculus-based physics without lectures. *Physics Today*, 44(12), 24–31.

- Lawson, A. E. (1989). *A theory of instruction: Using the learning cycle to teach science concepts and thinking skills*. Washington, D.C: The national association for Research in Science Teaching.
- Levene, H. (1960). In I. Olkin & others (Ed.), *Contributions to Probability and Statistics: Essays in Honor of Harold Hotelling* (s. 278–292). Palo Alto: Stanford University Press.
- Linke, J., Kirsch, P., King, A. V., Gass, A., Hennerici, M. G., Bongers, A., & Wessa, M. (2010). Motivational orientation modulates the neural response to reward. *NeuroImage*, 49(3), 2618–2625. <https://doi.org/10.1016/j.neuroimage.2009.09.013>
- Linn, M. C. (1988). Curriculum reformation: Incorporating technology into science instruction. Annual meeting of the American Educational Research Association. Prezentováno v Annual meeting of the American Educational Research Association, New Orleans.
- Linnenbrink, E. A., & Pintrich, P. R. (2002). Motivation as an enabler for academic success. *School Psychology Review*, 31(3), 313–327.
- Liu, X. (2006). Effects of Combined Hands-on Laboratory and Computer Modeling on Student Learning of Gas Laws: A Quasi-Experimental Study. *Journal of Science Education and Technology*, 15(1), 89–100. <https://doi.org/10.1007/s10956-006-0359-7>
- Llewellyn, D. (2002). *Inquire Within: Implementing Inquiry- Bases Science Standards*. Corwin, CA: Corwin Press.
- Lustig, F. (2009). Experimentálně dokonalé reálné a vzdálené experimenty se systémem ISES. Souhrnný sborník Veletrhu nápadů učitelů fyziky, 2008. Získáno z <http://vnuf.cz/sbornik/prispevky/14-17-Lustig.html>
- Lustig, F. (2018). iSES - Internet School Experimental System: Vzdálená laboratoř. Získáno 5. květen 2019, z Vzdálené experimenty website: <http://www.ises.info/index.php/cs/laboratory>
- Lustig, F., Lustigová, Z., & Vlášek, P. (1992). *ISES - příručka k soupravě Školní experimentální systém*. Praha: Učební pomůcky PC-IN/OUT.
- Lyke, J. A., & Kehaler Young, A. J. (2006). Cognition in Context: Students' Perceptions of Classroom Goal Structures and Reported Cognitive Strategy Use in the College Classroom. *Research in Higher Education*, 47(4), 477–490. Získáno z JSTOR.
- Madsen, K. B. (1964). *Theories of motivation* (2. vyd.). California: Howard Allen.
- MAFRA, a. s. (2019). Metanolová aféra. Získáno 10. květen 2019, z iDNES.cz website: <https://www.idnes.cz/zpravy/archiv/metanolova-afera.K481495>
- Maňák, J., & Švec, V. (2003). *Výukové metody*. Brno: Paido.
- Mann, H. B., & Whitney, D. R. (1947). On a Test of Whether one of Two Random Variables is Stochastically Larger than the Other. *The Annals of Mathematical Statistics*, 18(1), 50–60. <https://doi.org/10.1214/aoms/1177730491>
- Markland, D., & Hardy, L. (1997). On the factorial and construct validity of the Intrinsic Motivation Inventory: conceptual and operational concerns. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 68(1), 20–32. <https://doi.org/10.1080/02701367.1997.10608863>
- Maxwell, N. G. (2007). From Facebook To Folsom Prison Blues: How Banning Laptops In The Classroom Made Me A Better Law School Teacher. *Richmond Journal of Law & Technology*, 14(2), 1–43.
- McAuley, E., Duncan, T., & Tammen, V. V. (1989). Psychometric properties of the Intrinsic Motivation Inventory in a competitive sport setting: a confirmatory factor analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 60(1), 48–58. <https://doi.org/10.1080/02701367.1989.10607413>
- McGrew, K. S. (2008a, leden 3). Achievement goal orientation. Získáno 5. květen 2019, z Beyond IQ: A Model of Academic Competence & Motivation (MACM) - Kevin McGrew, Ph.D. website: <http://www.iapsych.com/acmcewok/Achievementgoalorientation.html>
- McGrew, K. S. (2008b, leden 3). Motivational orientation. Získáno 5. květen 2019, z Beyond IQ: A Model of Academic Competence & Motivation (MACM) - Kevin McGrew, Ph.D. website: <http://www.iapsych.com/acmcewok/Motivationalorientation.html>
- Metcalf, S. J., & Tinker, R. F. (2004). Probeware and Handhelds in Elementary and Middle School Science. *Journal of Science Education and Technology*, 13(1), 43–49. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000019637.22473.02>

- Mikolášková, M., Nekužová, M., & Juříková, D. (2013, září 22). Mýtus: Poměr vnitřní a vnější motivace je u zaměstnanců zhruba 50% : 50%. Získáno 4. květen 2019, z Katedra psychologie FSS MU website: <https://psych.fss.muni.cz/cosededeje/aktuality/mytus-pomer-vnitri-a-vnejsi-motivace-je-u-zamestnancu-zhruba-50-50>
- Millar, R. (1994). „Scientific Method” and Can It Be Taught. In R. Levinson (Ed.), *Teaching Science* (Roč. 1994, s. 165–178). London: Routledge.
- Minstrell, J., & Kraus, P. (2005). Guided inquiry in the science classroom. In M. S. Donovan & J. D. Bransford (Ed.), *How people learn: History, mathematics, and science in the classroom* (s. 475–512). Washington, DC: National Academy Press.
- Miovský, M. (2006). Kvalitativní přístup a metody v psychologickém výzkumu. Praha: Grada.
- Mokros, J. R., & Tinker, R. F. (1987). The impact of microcomputer-based labs on children’s ability to interpret graphs. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(4), 369–383. <https://doi.org/10.1002/tea.3660240408>
- Monetti, D. M. (2002). A multiple regression analysis of self-regulated learning, epistemology and student achievement. *Dissertation Abstracts International*, 61(10-A), 3294.
- Morgan, D. L. (2001). Ohniskové skupiny jako metoda kvalitativního výzkumu. Tišnov; Brno; Boskovice: Sdružení SCAN ; Psychologický ústav Akademie věd : Sdružení Podané ruce ; Albert.
- Mrkvička, J. (1971). Člověk v akci - motivace lidského jednání. Získáno z <https://antikvariati11.cz/kniha/mrkvicka-jiri-clovek-v-akci-motivace-lidskeho-jednani-1971-938495>
- MŠMT. (2007). Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Získáno z http://www.nuv.cz/file/159_1_1/
- MŠMT. (2017). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Získáno z http://www.nuv.cz/file/433_1_1/.
- Mueller, P. A., & Oppenheimer, D. M. (2014). The Pen Is Mightier Than the Keyboard: Advantages of Longhand Over Laptop Note Taking. *Psychological Science*, 25(6), 1159–1168. <https://doi.org/10.1177/0956797614524581>
- Nachmias, R., & Linn, M. C. (1987). Evaluations of Science Laboratory Data: The Role of Computer-Presented Information. *Journal of Research in Science Teaching*, 24(5), 491–506.
- Nakhleh, M. B. (1994). A review of microcomputer-based labs: how have they affected science learning? *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, 13(4), 368–381.
- Nakonečný, M. (1992). Motivace pracovního jednání a její řízení (1. vyd.). Praha: Management Press.
- Nakonečný, M. (1996). Motivace lidského chování. Praha: Academia.
- National Research Council. (2000). Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning. <https://doi.org/10.17226/9596>
- Nevoralová, M. (2012, říjen 5). Ohniskové skupiny jako evaluační nástroj. Získáno 4. květen 2019, z Klinika adiktologie - Evaluační nástroje obecně website: <http://www.adiktologie.cz/cz/articles/detail/593/3851/Ohniskove-skupiny-jako-evaluacni-nastroj>
- Niemi, H., Nevgi, A., & Virtanen, P. (2003). Towards self-regulation in web-based learning. *Journal of Educational Media*, 28(1), 49–71. <https://doi.org/10.1080/1358165032000156437>
- Nováková, H. (2013). Motivace žáků na středních odborných školách (Bakalářská práce). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice.
- Opekar, F. (2013). Neviditelný postrach horníků. *Přírodovědci.cz*, 2013(4), 24–25.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: A review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1049–1079. <https://doi.org/10.1080/0950069032000032199>
- Pachmann, E., & Hofmann, V. (1981). *Obecná didaktika chemie* (Roč. 1981). Praha: SPN.
- Pajares, F., & Graham, L. (1999). Self-efficacy, motivation constructs, and mathematics performance of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 24(2), 124–139. <https://doi.org/10.1006/ceps.1998.0991>

- Palacký, P. (2008). Mikropočítačové řídicí systémy I. Ostrava: Vysoká škola báňská - Technická univerzita.
- Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování - cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa? *Scientia in educatione*, 1(1), 33–49.
- Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010: sborník příspěvků semináře* (Roč. 2010, s. 165). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Parkerson, J. A., Lomax, R. G., Schiller, D. P., & Walberg, H. J. (1984). Exploring causal models of education achievement. *Journal of Educational Psychology*, 76(4), 638–646. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.76.4.638>
- Partschová, M. (2015). Stres a vyhoření u příslušníků hasičských záchranných sborů (Diplomová práce). Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc.
- Pasco Scientific. (2019a). PASCO scientific | Science Lab Equipment and Teacher Resources. Získáno 5. květen 2019, z PASCO scientific | Science Lab Equipment and Teacher Resources website: <https://www.pasco.com/index.cfm>
- Pasco Scientific. (2019b). Sensors and Probes : PASCO. Získáno 5. květen 2019, z Sensors and Probes - Wireless Sensors website: <https://www.pasco.com/products/probeware/sensors/index.cfm>
- Pavelková, I. (2013). Motivace žáků. Získáno z http://www.karlin.mff.cuni.cz/~hamacek/files/MOTIVACE_Pavelkova.doc
- Personal computer. (2019). In Wikipedia. Získáno z https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Personal_computer&oldid=895417549
- Petr, J. (2010). Biologická olympiáda – inspirace pro badatelsky orientované vyučování přírodopisu a jeho didaktiku. In M. Papáček (Ed.), *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010: sborník příspěvků semináře* (Roč. 2010, s. 136–144). České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Pierri, E., Karatrantou, A., & Panagiotakopoulos, C. (2008). Exploring the phenomenon of „change of phase” of pure substances using the Microcomputer-Based-Laboratory (MBL) system. *Chemistry Education Research and Practice*, 9(3), 234–239.
- Pintó, R., Couso, D., & Hernández Rodríguez, M. I. (2010). An inquiry-oriented approach for making the best use of ICT in the classroom. *eLearning Papers*, 13(20), 1887–1542.
- Pintrich, P. R. (1995). Understanding self-regulated learning. *New Directions for Teaching and Learning*, 1995(63), 3–12. <https://doi.org/10.1002/tl.37219956304>
- Pintrich, P. R. (2004). A Conceptual Framework for Assessing Motivation and Self-Regulated Learning in College Students. *Educational Psychology Review*, 16(4), 385–407. <https://doi.org/10.1007/s10648-004-0006-x>
- Pintrich, P. R., Smith, D. A. F., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A Manual for the Use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). Získáno z <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf>
- Plant, R. W., & Ryan, R. M. (1985). Intrinsic motivation and the effects of self-consciousness, self-awareness, and ego-involvement: An investigation of internally controlling styles. *Journal of Personality*, 53(3), 435–449. <https://doi.org/10.1111/j.1467-6494.1985.tb00375.x>
- Plháková, A. (2003). Učebnice obecné psychologie. Získáno z <https://katalog.upce.cz/documents/269937?locale=cs>
- Profimedia s.r.o. (2019). Úvodní stránka | Pasco.cz. Získáno 5. květen 2019, z Pasco.cz: stránky plné experimentů website: <https://www.pasco.cz/>
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2003). *Pedagogický slovník*. Praha: Portál.
- Rane, L. (2013, říjen 21). The Effectiveness of MBL experiments in Developing Conceptual Understanding in Kinematics among Undergraduate Physics Students. 2495–2502. Získáno z <https://www.learntechlib.org/primary/p/115265/>
- Reiss, S. (2012). Intrinsic and extrinsic motivation. *Teaching of Psychology*, 39(2), 152–156. <https://doi.org/10.1177/0098628312437704>
- Rheinberg, F. (1985). *Motivation*. Stuttgart: Kobhammer.

- Rokos, L., & Vomáčková, V. (2017). Hodnocení efektivity badatelsky orientovaného vyučování v laboratorních pracích při výuce fyziologie člověka na základní škole a nižším stupni gymnázia. *Scientia in educatione*, 8(1), 32–45.
- Rotgans, J. I., & Schmidt, H. G. (2010). The Motivated Strategies for Learning Questionnaire: A measure for students' general motivational beliefs and learning strategies? *The Asia-Pacific Education Researcher*, 19(2), 357–381.
- Royal Society of Chemistry. (2019). Titration screen experiment- Learn Chemistry. Získáno 5. květen 2019, z LearnChemistry: Enhancing learning and teaching website: <http://www.rsc.org/learn-chemistry/resource/res00002077/titration-screen-experiment?cmpid=CMF00007002>
- Russell, D. W., Lucas, K. B., & McRobbie, C. J. (2003). The Role of the Microcomputer-Based Laboratory Display in Supporting the Construction of New Understandings in Kinematics. *Research in Science Education*, 33(2), 217–243. <https://doi.org/10.1023/A:1025073410522>
- Ryan, R. M. (1982). Control and information in the intrapersonal sphere: An extension of cognitive evaluation theory. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43(3), 450–461. <https://doi.org/10.1037/0022-3514.43.3.450>
- Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Intrinsic and Extrinsic Motivations: Classic Definitions and New Directions. *Contemporary Educational Psychology*, 25(1), 54–67. <https://doi.org/10.1006/ceps.1999.1020>
- Shapiro, S. S., & Wilk, M. B. (1965). An analysis of variance test for normality (complete samples). *Biometrika*, 52(3–4), 591–611. <https://doi.org/10.1093/biomet/52.3-4.591>
- Schauer, F., Ožvoldová, M., & Lustig, F. (2008). Real remote physics experiments across Internet - inherent part of Integrated e-Learning. *iJOE* –4, 2008(1), 53.
- Schauer, F., Lustig, F., Dvořák, J., & Ožvoldová, M. (2008). An easy-to-build remote laboratory with data transfer using the Internet School Experimental System. *European Journal of Physics*, 29(4), 753–765. <https://doi.org/10.1088/0143-0807/29/4/010>
- Schwab, J. J. (1962). The Teaching of Science as Inquiry. In J. J. Schwab & P. F. Brandwien (Ed.), *The Teaching of Science*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Skaalvik, E. M., & Skaalvik, S. (2002). Internal and External Frames of Reference for Academic Self-Concept. *Educational Psychologist*, 37(4), 233–244. https://doi.org/10.1207/S15326985EP3704_3
- Skalková, J. (2007). *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování*. Praha: Grada.
- Skoršepa, M. (2001). Konduktometrické titrácie s SM Systémom. Zborník z 53. Zjazdu chemických spoločností, č. 1, 179–180. Banská Bystrica: FPV UMB.
- Skoršepa, M. (2012). Ako „uhasiť“ pálenie záhy - príklad školského chemického experimentu s podporou výpočtovej techniky. *Biológia, ekológia, chémia*, 16(3–4), 8–11.
- Skoršepa, M. (2015). Počítačom podporované experimenty v prírodovednom vzdelávaní (1. vyd., Roč. 2015). Banská Bystrica: Belianum (Vydavateľstvo UMB).
- Skoršepa, M., & Melicherčík, M. (2003). Vplyv koncentrácie reaktantov na priebeh chemických reakcií sledovateľných prostredníctvom merania zmien vodivosti (počítačom podporovaný chemický experiment). Sborník z mezinárodní konference „Pregraduální příprava a postgraduální vzdělávání učitelů chemie“, 330–334. Ostrava: Ostravská Univerzita OU.
- Skoršepa, M., Stratilová Urválková, E., Šmejkal, P., Tortosa, M. M., & Urban-Woldron, H. (2014). Activities with sensors in laboratory of biology: Students' motivation and understanding the activities. In M. Nodzyńska, P. Cieśla, & A. Kania (Ed.), *Experiments in teaching and learning natural sciences* (s. 25–33). Kraków: Pedagogical University Krakow.
- Skoršepa, M., & Šmejkal, P. (2015). Psychometrické vlastnosti nástrojov na zisťovanie motivačnej orientácie žiakov v digitálnom prírodovednom laboratóriu. *Didaktika chemie a její kontexty*, 180–186. Brno: Masarykova univerzita.
- Skoršepa, M., & Šmejkal, P. (2016). Intrinsic Motivation Inventory (IMI) – psychometrické vlastnosti nástroja vo vzťahu k práci žiakov v počítačom podporovanom laboratóriu. *Inovácie a trendy v prírodovednom vzdelávaní*, ScienEdu, 95. Bratislava: PriF UK.
- Skoršepa, M., Tortosa Moreno, M., Urban-Woldron, H., Stratilová Urválková, E., & Šmejkal, P. (2013). Implementácia aktivít do vyučovania v počítačom podporovanom laboratóriu na

- stredných školách. Súčasnosť a perspektívy didaktiky chémie III (Donovaly 2013), 78–83. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB.
- Smetáčková, I. (2018). Obliba školní matematiky a její souvislosti s externím hodnocením a sebehodnocením. *Scientia in educatione*, 9(2), 44–56.
- Smirnov, N. (1948). Table for Estimating the Goodness of Fit of Empirical Distributions. *The Annals of Mathematical Statistics*, 19(2), 279–281.
<https://doi.org/10.1214/aoms/1177730256>
- Sneider, C., & And Others. (1986). Making Sense out of Data. *Classroom Computer Learning*, 6(7).
- Soukup, P. (2013). Substantive significance and its measures. *Data and Research – SDA Info*, 127(2), 125–148. <https://doi.org/10.13060/23362391.2013.127.2.41>
- Spitzer, M. (2014). Digitální demence, jak připravujeme sami sebe a naše děti o rozum (1. vyd.). Brno: Host.
- Spodniaková Pfefferová, M., Kmet'ová, J., Raganová, J., Holec, S., & Hruška, M. (2010). Příprava budoucích učitel'ov přírodovedných predmetov vo svetle výsledkov testovania prírodovednej gramotnosti PISA 2006. In chem. 2010: Roč. 2010. *Acta Universitatis Matthiae Belii* (s. 66–69). Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB.
- SPSS Inc. (2009). PASW Statistics for Windows (Verze 18) [Windows]. Chicago: SPSS Inc.
- Stange, E. (2011). Deset nejkurióznějších aplikací pro iPhone, iPad a spol. Chip, BURDA Praha, spol. s r.o. Získáno z <http://www.chip.cz/casopis-chip/earchiv/vydani/r-2011/chip-07-11/deset-aplikaci/>
- Stein, J. S. (1987). The Computer as Lab Partner: Classroom Experience Gleaned from One Year of Microcomputer-Based Laboratory Use. *Journal of Educational Technology Systems*, 15(3), 225–236. <https://doi.org/10.2190/12PK-CDVR-EGP4-XDLW>
- Stinnett, T. A., Oehler-Stinnett, J., & Stout, L. J. (1991). Development of the Teacher Rating of Academic Achievement Motivation: TRAAM. *School Psychology Review*, 20(4), 609–622.
- Stratilová Urválková, E. (2006). Využití multifunkčního přístroje Infraline Graphic ve středoškolské laboratorní praxi (Diplomová práce). Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- Stratilová Urválková, E. (2013). Počítačem podporované experimenty ve výuce chemie na střední škole (Dizertační práce, Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta). Získáno z <https://is.cuni.cz/webapps/zzp/detail/52996/>
- Stratilová Urválková, E., Šmejkal, P., Skoršepa, M., Teplý, P., & Tortosa, M. M. (2014). Activities using IBSE: Learning Biology in Context. In M. Nodzyńska, P. Cieśla, & A. Kania (Ed.), *Experiments in teaching and learning natural sciences* (Roč. 2014, s. 34–37). Kraków: Pedagogical University Krakow.
- Stratilová Urválková, E., Šmejkal, P., Teplý, P., Skoršepa, M., Tortosa, M. M., & Urban-Woldron, H. (2014). New IBSE oriented activities for biology – design and evaluation. In M. Bílek (Ed.), *Science And Technology Education For The 21st Century, Research and Research Oriented Studies, Proceedings of the 9th IOSTE Symposium for Central and Eastern Europe* (s. 274–285). Hradec Králové: Gaudeamus, Hradec Králové.
- Stratilová Urválková, E., Šmejkal, P., & Trejbalová, I. (2007). Vybrané instrumentální metody ve výuce chemie na SŠ. Praha: PS Leader.
- Svec, M. (1999). Improving Graphing Interpretation Skills and Understanding of Motion Using Microcomputer Based Laboratories. *Electronic Journal of Science Education*, 3(4).
- Šebková, I. (2011). Motivace zaměstnanců v neziskové organizaci (Diplomová práce). Masarykova univerzita, Fakulta sociálních studií, Brno.
- Šmahel, I. (2000). Motivace a zákony lidského chování: empirická studie. Brno: Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta.
- Šmejkal, P., & Stratilová Urválková, E. (2008). Přístroje ve výuce chemie, realita nebo fikce? In *Acta Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis, Série D: Vedy o výchově a vzdělávání, Supplementum 2 - Aktuálně vývojové trendy vo vyučování chémie* (s. 183–187). Trnava: Facultatis Paedagogicae Universitatis Tyrnaviensis.

- Šmejkal, P., & Stratilová Urválková, E. (2012). Support for use of probeware in science for teachers and pupils. In *Chemistry Education in the Light of the Research* (1. vyd., s. 118–123). Kraków: Pedagogical University Krakow.
- Šmejkal, P., Stratilová Urválková, E., Teplý, P., Skoršepa, M., & Tortosa Moreno, M. (2013). Koncepcie úlohy pro školní měřicí systém s využitím prvků badatelsky orientovaného vyučování. *Súčasnosc' a perspektívy didaktiky chémie III* (Donovaly 2013), 90–96. Banská Bystrica: Fakulta prírodných vied UMB.
- Tho, S. W., & Hussain, B. H. (2011). The Development of a Microcomputer-Based Laboratory (MBL) System for Gas Pressure Law Experiment via Open Source Software. *International Journal of Education and Development Using Information and Communication Technology*, 7(1), 42–55.
- Thornton, R. K. (1986). Tools for Scientific Thinking: Microcomputer-Based Laboratories for the Naive Science Learner. *Proceedings of National Educational Computing Conference*. Prezentováno v National Educational Computing Conference, San Diego, California.
- Thornton, R. K. (1989). Using the microcomputer-based laboratory to improve student conceptual understanding. *Microcomputers in Physics Education. Proceedings of a Symposium*. Prezentováno v Microcomputers in Physics Education, Adana, Turkey.
- Thornton, R. K., & Sokoloff, D. R. (1990). Learning motion concepts using real-time microcomputer-based laboratory tools. *American Journal of Physics*, 58(9), 858–867. <https://doi.org/10.1119/1.16350>
- Tinker, R. F. (Ed.). (1996). *Microcomputer-Based Labs: Educational Research and Standards*. Získáno z <https://www.springer.com/us/book/9783642647406>
- Tinker, R. F. (1984). *Microcomputers in the lab: Techniques and applications*. Cambridge: Technical Educational Research Center.
- Tinker, R. F. (1985a). How to Turn Your Computer Into a Science Lab. *Classroom Computer Learning*, 5(6), 26–29.
- Tinker, R. F. (1985b). Modeling and MBL: Software Tools for Science. Získáno z <https://eric.ed.gov/?id=ED264126>
- Tinker, R. F. (2000). A History of Probeware. Získáno z https://concord.org/wp-content/uploads/2016/12/pdf/probeware_history.pdf
- Tobin, K. (1990). Research on Science Laboratory Activities: In Pursuit of Better Questions and Answers to Improve Learning. *School Science and Mathematics*, 90(5), 403–418. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.1990.tb17229.x>
- Tortosa Moreno, M. (2012). The use of microcomputer based laboratories in chemistry secondary education: Present state of the art and ideas for research-based practice. *Chemistry Education Research and Practice*, 13(3), 161–171. <https://doi.org/10.1039/C2RP00019A>
- Tóthová, A., & Prokša, M. (2003). Možnosť využitia meracieho zariadenia CBL 2 pri realizácii laboratórnych cvičení na základných a stredných školách. *Biológia, ekológia, chémia*, 8(1), 6–12.
- Trejšbalová, I. (2006). Molekulová absorpční spektroskopie v UV-VIS oblasti ve výuce chemie na středních školách (Rigorózní práce). Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- Trumper, R. (2003). The Physics Laboratory – A Historical Overview and Future Perspectives. *Science & Education*, 12(7), 645–670. <https://doi.org/10.1023/A:1025692409001>
- Tým projektu ESTABLISH. (2010). *Guide for developing Teaching and Learning Units* (1. vyd.). Amsterdam: AMSTEL Institute.
- Urban-Woldron, H., Tortosa, M. M., & Skoršepa, M. (2013). Implementing learning with sensors in science education: Students' motivational orientations toward using MBL. In C. P. Constantinou, N. Papadouris, & A. Hadjigeorgiou, *E-Book Proceedings of the ESERA 2013 Conference: Science Education Research For Evidence-based Teaching and Coherence in Learning*, Strand 4 (s. 848–854). Nicosia, Cyprus: ESERA - European Science Education Research Association.
- Urválková, E., Šmejkal, P., & Čtrnáctová, H. (2005). Laboratorní experimenty zaznamenávané přístrojem Infraline Graphic. *Aktuální otázky výuky chemie XV.*, 396–401. Hradec Králové: Gaudeamus, Hradec Králové.

- Václavík, L. (2014). Smartphony jsou prošípované spoustou senzorů. Jak se v nich vyznat? cnews.cz; Extra Publishing, s. r. o., 2014. Získáno z <http://www.cnews.cz/clanky/smartphony-jsou-prospikovane-spoustou-senzoru-jak-se-v-nich-vyznat>
- Vansteenkiste, M., Lens, W., & Deci, E. L. (2006). Intrinsic Versus Extrinsic Goal Contents in Self-Determination Theory: Another Look at the Quality of Academic Motivation. *Educational Psychologist*, 41(1), 19–31. https://doi.org/10.1207/s15326985ep4101_4
- Vernier Software & Technology. (2019a). Texas Instruments Calculators and Handhelds | Vernier. Získáno 5. květen 2019, z Texas Instruments Calculators and Handhelds | Vernier website: <https://www.vernier.com/platforms/texas-instruments/>
- Vernier Software & Technology. (2019b). Vernier Software & Technology | Vernier. Získáno 5. květen 2019, z Vernier Software & Technology | Vernier website: <https://www.vernier.com/>
- Voogt, J., Tilya, F., & van den Akker, J. (2009). Science Teacher Learning of MBL-Supported Student-Centered Science Education in the Context of Secondary Education in Tanzania. *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 429–438. <https://doi.org/10.1007/s10956-009-9160-8>
- Ward, J. H. Jr. (1963). Hierarchical Grouping to Optimize an Objective Function. *Journal of the American Statistical Association*, 58(301), 236–244. <https://doi.org/10.1080/01621459.1963.10500845>
- Warschauer, M. (2008). Laptops and Literacy: A Multi-Site Case Study. *Pedagogies: An International Journal*, 3(1), 52–67. <https://doi.org/10.1080/15544800701771614>
- Weinstein, C. E., Acee, T. W., & Jung, J. (2011). Self-regulation and learning strategies. *New Directions for Teaching and Learning*, 2011(126), 45–53. <https://doi.org/10.1002/tl.443>
- White, R. T., & Gunstone, R. F. (1992). *Probing Understanding*. Great Britain: Falmer Press.
- Whitehead, J. R., & Corbin, C. B. (1991). Effects of fitness test type, teacher, and gender on exercise intrinsic motivation and physical self-worth. *The Journal of School Health*, 61(1), 11–16.
- Wiser, M. (1987). The Differentiation of Heat and Temperature: An Evaluation of the Effect of Microcomputer Teaching on Students' Misconceptions. Získáno z <http://www.eric.ed.gov/PDFS/ED291596.pdf>
- Wolters, C. A. (2004). Advancing Achievement Goal Theory: Using Goal Structures and Goal Orientations to Predict Students' Motivation, Cognition, and Achievement. *Journal of Educational Psychology*, 96(2), 236–250. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.96.2.236>
- Woodard, F. E., Woodard, W. S., & Reilley, C. N. (1981). Microprocessor-Based Laboratory Data Acquisition Systems. *Analytical Chemistry*, 53(11), 1251A-1252A, 1254A, 1256A, 1258A, 1261A-62A, 1264A, 1266A.
- Wrzesniewski, A., & Schwartz, B. (2014). Opinion | The Secret of Effective Motivation. *The New York Times*. Získáno z <https://www.nytimes.com/2014/07/06/opinion/sunday/the-secret-of-effective-motivation.html>
- Wrzesniewski, A., Schwartz, B., Cong, X., Kane, M., Omar, A., & Kolditz, T. (2014). Multiple types of motives don't multiply the motivation of West Point cadets. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(30), 10990–10995. <https://doi.org/10.1073/pnas.1405298111>
- Yaron, D., Raysor, S., & others. (2019). ChemCollective Virtual Lab. Získáno 5. květen 2019, z Teaching Mechanics Through Interactive Video and a Microcomputer-Based Laboratory website: http://chemcollective.org/vlab_download
- Young, P. T. (1961). *Motivation and emotion: a survey of the determinants of human and animal activity*. New York: Wiley.
- Zacharová, E., & Šimíčková-Čížková, J. (2011). *Základy psychologie pro zdravotnické obory*. Praha: Grada Publishing a.s.
- Zámečníková, V. (2016). *Badatelsky orientovaná výuka se zaměřením na obecnou a anorganickou chemii (Disertační práce)*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, Praha.
- Zelenický, Ľ. (1999). Vybrané problémy z didaktiky prírodovedných predmetov. In *Moderná Experimentálna činnosť žiakov* (Roč. 1999, s. 37–74). Banská Bystrica: FPV UMB.

Zoldosova, K., & Prokop, P. (2006). Analysis of Motivational Orientations in Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4(4), 669–688.
<https://doi.org/10.1007/s10763-005-9019-2>

Seznam zkratek

A/D – Analog/Digital (Analogově-digitální)

ADDA – Analog Digital Digital Analog (Analogově-digitální digitálně-analogový)

ANOVA – Analysis of variance (Analýza rozptylu)

BIO – Biologicky orientovaná úloha

BOV – Badatelsky orientovaná výuka

CBL – Calculator Based Laboratory nebo Computer Based Laboratory

CFA – Confirmation Factor Analysis (Konfirmační faktorová analýza)

CMA – Centre for Microcomputer Applications

CPU – Central Processing Unit

ČR – Česká republika

DVPP – Další vzdělávání pedagogických pracovníků

DPS – Doplnkové studium chemie

EACEA – Education, Audiovisual & Culture Executive Agency

EdLaB – Educational Laboratory Board

EKG – Elektrokardiogram

ESTABLISH – European Science and Technology in Action: Building Links with Industry, Schools and Home

FWHM – Full Width at Half Maximum

HPLC – High Pressure Liquid Chromatography

HTML – Hypertext Markup Language

CHEM – Chemicky orientovaná úloha

CHSK – Chemická spotřeba kyslíku

IBSE – Inquiry Based Science Education

ICT – Information and Communication Technology (Komunikační a informační technologie)

IMI – Intrinsic Motivation Inventory

ISA – Industry Standard Architecture

ISE – Ion Selective Electrode (Iontově selektivní elektroda)

ISES – Internetové školní experimentální studio

KUDCH – Katedra učitelství a didaktiky chemie

M – Mean (průměr)

MR – Mean Rank

MBL – Microcomputer Based Laboratory

MS – MicroSoft

MSLQ – Motivated Strategies for Learning Questionnaire

MŠMT – Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy

OOo – OpenOffice.org

ORP – Oxidation Reduction Potential (oxidačně-redukční potenciál)

OS – Operační systém

PISA – Programme for International Student Assessment

PC – Personal Computer (osobní počítač)

PCI – Peripheral Component Interconnect

Post-test – výstupní dotazník administrovaný po realizaci aktivity

Pre-test – vstupní dotazník administrovaný před realizací aktivity

PřF UK – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

Q-Q – Quantile – Quantile

RS-232 – Recommended Standard 232

RVP G – Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP ZV – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

SCSI – Small Computer System Interface

SD – Standard deviation (Směrodatná odchylka)

SR – Slovenská republika (Slovensko)

SŠ – Střední škola

SW – Software

ŠMS – Školní měřicí systém

ŠVP – Školní vzdělávací program

TLC – Thin Layer Chromatography (Tenkovrstvá chromatografie)

UK – Univerzita Karlova

USB – Universal Serial Bus

UV-VIS – Ultra-Violet Visible (ultrafialové viditelné)

ZŠ – Základní škola

Přílohy

Příloha 1: Dotazníky využité pro realizaci šetření

1. MSLQ – dotazník motivačních orientací administrovaný před realizací aktivity (v anglické verzi)
2. MSLQ – dotazník motivačních orientací administrovaný před realizací aktivity (český překlad)
3. IMI – hodnocení subjektivní zkušenosti vztažené k vnitřní motivaci žáka a vlastní osobní sebe-reflexe (v anglické verzi)
4. IMI – hodnocení subjektivní zkušenosti vztažené k vnitřní motivaci žáka a vlastní osobní sebe-reflexe (český překlad)
5. Dotazník přímého hodnocení aktivity, hodnocení práce se ŠMS, pochopení aktivity a rozvoje vědomostí žáků (v anglické verzi)
6. Dotazník přímého hodnocení aktivity, hodnocení práce se ŠMS, pochopení aktivity a rozvoje vědomostí žáků (v české verzi)
7. Dotazník přímého hodnocení aktivity a hodnocení práce se ŠMS pro učitele (v anglické verzi)
8. Dotazník přímého hodnocení aktivity a hodnocení práce se ŠMS (v české verzi)

Příloha 2: Hodnocené aktivity

1. CHEM 01 - Mohou nás oceány zachránit před změnami klimatu? CO₂ v oceánech. *(Měření pH)*
2. CHEM 02 - Pálí vás žába? Antacida a kyselina v žaludku. *(Kyseliny a zásady, neutralizace, měření pH)*
3. CHEM 03 - Krásný skleník, v němž rostliny hynou. *(Spektrofotometrie)*
4. CHEM 04 - Domácí hasicí přístroj. *(Vyvíjení plynu, tlak plynu)*
5. CHEM 05 - Uhelné elektrárny a kyselá dešť. *(Kyseliny a zásady, neutralizace)*
6. CHEM 06 - Čistící prostředek a vaše ruce. *(Kyseliny a zásady, neutralizace)*
7. CHEM 07 - Červené či bílé? Sladké či suché? Titrace vína. *(Měření pH, kyselost vína)*
8. CHEM 08 - Kvalita vody: Chloridy ve vodě z kohoutku. *(Vodivost, vodivostní titrace)*
9. CHEM 09 - Jaké barvivo je obsaženo v nápoji? *(Spektrofotometrie, kvalitativní analýza)*
10. CHEM 10 - Kolik je barviva v nápoji? *(Spektrofotometrie, Lambert-Beerův zákon)*
11. CHEM 11 - Hledání tichého vraha *(Plynová chromatografie, stanovení methanolu)*
12. CHEM 12 - Zklamaný lékárník aneb stanovení obsahu peroxidu vodíku *(Redoxní titrace)*
13. BIO 01 - Ze života kvasinek. *(Kvašení, měření tlaku, obsahu CO₂)*
14. BIO 02 - Záhada zmizelých květin aneb kde je náš poklad? Fotosyntéza. *(Měření obsahu O₂ a CO₂)*
15. BIO 03 - Rostlinní predátoři. Eutrofizace. *(Měření obsahu CO₂, rozpuštěného i plynného O₂, ...)*
16. BIO 04 - Kdy semínka nejlépe klíčí? *(Klíčení semen, měření obsahu CO₂, O₂, tlaku)*
17. BIO 05 - Co je vaší srdeční záležitostí aneb jak ovlivnit tlukot srdce? *(EKG)*
18. BIO 06 - Sestro! Změřte tady pacienta aneb víme vlastně, co je krevní tlak? *(Měření krevního tlaku)*